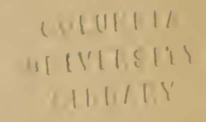

IN LVMINE TVO VIDEBIMVS LVMEN
SIGILLVM COLLEGII COLVMBIAE NOVI EBORACI



Sinnesorgane.

Zweite Abteilung.

1. Das äussere Ohr.

Von

Prof. Dr. G. Schwalbe
in Straßburg.

Mit 35 teilweise farbigen Abbildungen im Text.

2. Mittelohr und Labyrinth.

Von

Prof. Dr. F. Siebenmann
in Basel.

Mit 66 teilweise farbigen Abbildungen im Text.

Handbuch der Anatomie des Menschen.

Herausgegeben von

Prof. Dr. Karl von Bardeleben.

Fünfter Band. Zweite Abteilung.

Jena,
Verlag von Gustav Fischer.
1897.

Das äussere Ohr.

Bearbeitet von

Prof. Dr. G. Schwalbe
in Straßburg.

Das äußere Ohr umfaßt 1) die Ohrmuschel und 2) den äußeren Gehörgang. Seine Abgrenzung gegen die Paukenhöhle bildet das Trommelfell, dessen Beschreibung einem anderen Kapitel vorbehalten bleibt.

1. Die Ohrmuschel.

(*Auricula,* Pinna.)

A. Gestalt.

Die Ohrmuschel ist eine im allgemeinen muschelförmig gestaltete, größtenteils von Knorpel gestützte Hautfalte, welche die Mündung des äußeren Gehörganges umgreift und über dieselbe besonders oben und hinten, aber auch unten mehr oder weniger weit hinausragt, während der Eingang zum äußeren Gehörgang von vorn her durch eine kurze, straffe, von Knorpel gestützte Falte, den Tragus oder Ohrdeckel (Fig. 1 u. 2 *9*), überwölbt wird, der zuweilen nicht einmal vollständig von außen her jene Mündung zudeckt (Fig. 1).

Man hat an der Ohrmuschel eine im allgemeinen konvexe der Seitenfläche des Kopfes zugekehrte mediale, und eine nach außen gewandte konkave laterale Fläche zu unterscheiden. Wenn nun aber auch in dieser Gesamtform die Ohrmuschel in der That einer Muschelschale verglichen werden kann, deren Höhlung lateralwärts gerichtet ist, so finden sich doch im speciellen mannigfache Modifikationen dieser Grundform. Es sind nämlich an der lateralen konkaven Fläche konstant bestimmte Wülste bezw. Leisten ausgeprägt, denen auf der medialen konvexen Seite analoge Vertiefungen entsprechen. Dieses Relief zeigt in besonderer Schärfe der stützende Ohrknorpel. Henle hat in sehr passender Weise diese scharf geprägten Formen Werken getriebener Arbeit verglichen.

Einen freien, wulstigen Rand, in welchem beide Flächen ineinander übergehen, besitzt die Ohrmuschel oben, hinten und unten. Der größere Teil ihres vorderen Randes dagegen ist, wie man sich auszudrücken pflegt, angewachsen (Fig. 2 *ab*), d. h. von der mit ihm kontinuierlichen Haut der Schläfen- und Wangengegend höchstens durch seichte vertikale Furchen abgegrenzt. Der obere, hintere und untere Abschnitt des Ohrmuschelrandes bilden zusammen eine konvexe Bogenlinie. Er ist vollkommen frei, so daß man hier zwischen Ohrmuschel und Schädel etwa bis zur Hälfte der Ohrbreite vordringen kann. Trägt man die Ohrmuschel entsprechend ihrer Insertions-

8*

linie am Kopfe ab, so ergiebt sich die Gestalt der Insertionsfläche als ein im allgemeinen vertikal gestelltes Oval mit oberem stumpfen Pol und unterer Spitze. Bei einer 70 mm langen (hohen), 43 mm breiten Ohrmuschel war die vertikale Länge der Insertionsfläche 55 mm, die darauf senkrechte größte Breite 25 mm, so daß der freie Ohrrand 18 mm hinter der hinteren Grenze der Insertionsfläche



Fig. 1.

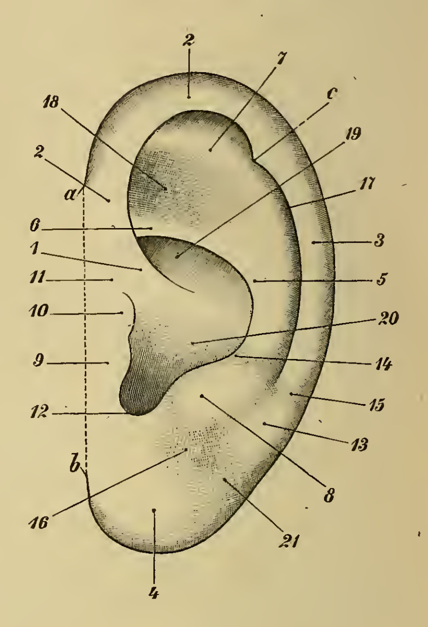


Fig. 2.

Fig. 1. Ohrmuschel eines weiblichen Individuums. DARWIN'sche Spitze Form 4.

Fig. 2. Ohrmuschel eines Mannes. *ab* Ohrbasis, *abc* Ohrdreieck, *c* DARWIN'sche Spitze der Form 3, *dc* (vergl. Fig. 7) wahre Länge des Ohres, *1* Crus helicis, *2*, *2* aufsteigende (vordere obere) Helix, *3* absteigende (hintere) Helix, *4* Ohrläppchen, *5* Stamm der Anthelix, *6* Crus inferius anthelicis, *7* Crus superius anthelicis, *8* Antitragus, *9* Tragus, *10* Tuberculum supratragicum, *11* Sulcus auris anterior (Incisura tragohelicina), *12* Incisura intertragica, *13* Tuberculum retrolobulare (HIS), *14* Sulcus auris posterior (Incisura anthelicis), *15* Sulcus helicolobularis, *14 + 15* HIS' Sulcus obliquus, *16* Sulcus supralobularis, *17* Fossa navicularis (scaphoidea), *18* Fossa triangularis, *19* Cymba conchae, *20* Cavitas conchae, *21* Sulcus retrolobularis.

lag, während das obere Ende der Ohrmuschel 8, das untere Ende derselben nur 7 mm oberhalb bezw. unterhalb der betreffenden Stellen der Insertionsfläche gefunden wurden. Die untere Ueberragung ist ihrer Ausdehnung nach die variabelste, da dieser freie untere Abschnitt der Ohrmuschel sich individuell sehr verschieden ausgebildet zeigt. Bei typischer Entwickelung stellt er eine der knorpeligen Stütze entbehrende, fettreiche, reine Hautduplikatur dar, das Ohrläppchen (*Lobulus auriculae*; Fig. 2 *4*), welches individuell eine außerordentlich verschiedene Ausbildung besitzt. Die vordere Grenzlinie der Insertionsfläche (Fig. 2 *ab*), in welcher der Uebergang der Haut der Ohrmuschel zur Haut der Schläfengegend und Wange erfolgt, wird als Ohrbasis (Basis der Ohrmuschel [SCHWALBE]) bezeichnet.

Bei der speciellen Beschreibung der Reliefverhältnisse der Ohrmuschel ist zu beachten, daß dieselben zu den variabelsten gehören,

welche wir am menschlichen Körper finden. Es kann sich deshalb diese Beschreibung nur auf eine gewisse mittlere Durchschnittsform beziehen; die nach mehreren Richtungen interessanten Variationen sollen später, soweit sie von Bedeutung sind, zusammengestellt werden.

Der freie Rand der Ohrmuschel, in welchem beide Flächen ineinander übergehen, ist bald wulstig, bald zugeschärft, und mehr oder weniger vollständig lateral gerichtet, bezw. nach der konkaven Seite der Ohrmuschel umgebogen oder umgekrempelt. Man bezeichnet diesen umgeschlagenen Rand als *Helix* (Ohrleiste; Fig. 2 *2* u. *3*). Diese Bezeichnung findet aber nicht allein auf den freien oberen und hinteren Rand der Ohrmuschel bis zum Anfange des Ohrläppchens hin Anwendung, sondern umfaßt noch den oberen Teil des vorderen, angewachsenen Randes der Ohrmuschel, von welchem sich in der Fortsetzung der oberen Helix eine analoge Falte mehr weniger weit nach rückwärts schiebt. Diese meist mit scharfer, hinterer Kante versehene Falte, vordere, aufsteigende Helix (Helix ascendens anterior; Fig. 2 *2*, *2*), entsteht ihrerseits wieder etwa aus der Mitte der konkaven Fläche der Ohrmuschel in Form eines annähernd horizontal von hinten nach vorn verlaufenden Wulstes oder einer scharfkantigen Leiste (*Crus helicis* s. Crista helicis, Fig. 2 *1*), welche etwa in der Mitte des vorderen Ohrrandes entweder in einem sanften, nach oben-hinten konkaven Bogen oder auch unter winkliger Abknickung in die aufsteigende Helix übergeht. Diese ist in der oberen Hälfte des vorderen Ohrrandes nach dem Gesicht hin höchstens durch seichte Furchen abgegrenzt, wird aber nahe dem oberen Ende des Ohres frei und umgreift nun als obere (Helix superior) und hintere oder absteigende Helix (Helix posterior s. descendens; Fig. 2 *3*) in der beschriebenen Weise den oberen und hinteren Umfang des Ohres bis herab zum Anfange des Ohrläppchens. Der freie, umgeschlagene Rand der Helix ist bald wulstig, bald scharfkantig, bald nur lateralwärts gerichtet, bald nach dem Innern der konkaven Fläche umgeklappt. In vielen Fällen läßt sich, und zwar meist im oberen Gebiet der hinteren Helix, an diesem freien Rande eine Verdickung oder auch ein spitzer Vorsprung (Tuberculum apicale s. Spina apicalis Darwini; *Tuberculum* bezw. *Apex auriculae* [*Darwini*]; Fig. 1, 2 *c*) bemerken, der für die morphologische Auffassung der Ohrmuschel von der größten Bedeutung ist. Es entspricht dieser Vorsprung derjenigen Stelle des menschlichen Ohres, welche der Ohrspitze tierischer Ohren vergleichbar ist. Dies hat zuerst Darwin, durch den Bildhauer Woolner darauf aufmerksam gemacht, beachtet und hat bereits jenen Vorsprung mit der Zuspitzung des Ohres bei verschiedenen Säugetieren und speciell auch Affen (Cynocephalus, Macacus) in Zusammenhang gebracht, für eine atavistische Bildung erklärt; die betreffende Ohrform ist in der Folge allgemein unter dem Namen des „Darwin'schen Spitzohres" bekannt geworden. In der Folge aber wurde die Darwin'sche Auffassung bekämpft (L. Meyer, Langer), wohl besonders deshalb, weil man über die Lokalität der Ohrspitze beim Menschen unklare Vorstellungen hatte. So beging man gewöhnlich die Verwechselung mit einer anderen nicht selten am menschlichen Ohr beobachteten Zuspitzung (Scheitelspitze, Satyrspitze Schwalbe), welche aber der höchsten Stelle des Ohrrandes, dem Scheitel des Ohres, entspricht, während die Darwin'sche Spitze nach hinten und unten davon sich befindet und gewöhnlich

etwas oberhalb der hinteren Verlängerung einer als Crus anthelicis inferius bezeichneten Falte im Gebiet des oberen Teiles des hinteren Ohrrandes gefunden wird. Es wurde in der Folge gezeigt, daß beide Spitzen am Ohre 5—6-monatlicher menschlicher Embryonen vorhanden sind (vergl. unten S. 130), daß die obere oder Scheitelspitze der Zuspitzung des Ohres an den Figuren der antiken Satyrn entspricht, während die andere zweifellos, wie die vergleichend-anatomische Untersuchung ergab, der wahren Ohrspitze der Tiere direkt homolog ist (Schwalbe). Es lassen sich von der Form einer solchen tierischen Ohrspitze, wie sie bei manchen Affen (Cynocephalus, Macacus) vorkommt, alle möglichen Uebergänge konstatieren bis zum völligen Schwund der Spitze. Das affenähnlichste Ohr, welches beim Menschen vorkommt, zeigt eine Form, welche auffallend den Ohrformen der Affengattungen Macacus (Fig. 3) und Cynocephalus gleicht, und ist

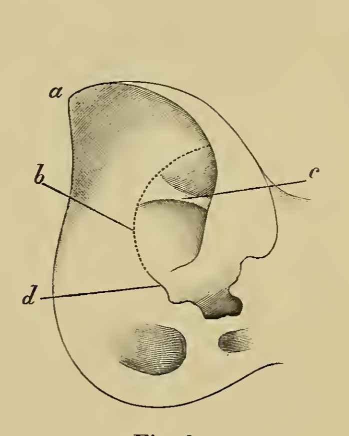


Fig. 3.

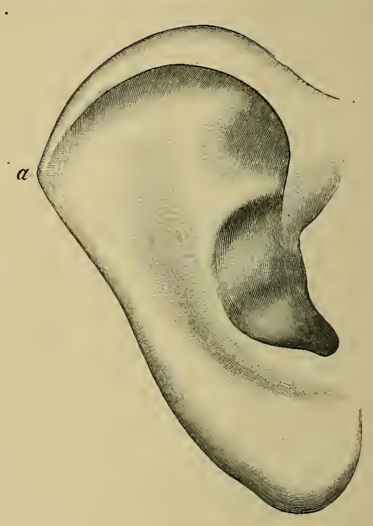


Fig. 4.

Fig. 3. Ohrmuschel von Macacus rhesus. *a* Ohrspitze, *b* (punktiert) Anthelixfalte, *c* Crista anthelicis anterior (= Crus anthelicis inferius), *d* Crista anthelicis inferior.

Fig. 4. Ohrmuschel eines Schweden, nach einer Photographie von Prof. Fürst in Lund. *a* Darwin'sche Spitze der ersten Form (Macacus-Form).

von mir als Macacusform (Form No. 1) (Fig. 4) bezeichnet worden. Hier ist an der Grenze des oberen und hinteren Ohrrandes eine frei nach hinten gerichtete Ohrspitze vorhanden (Fig. 4 *a*). Der obere Helixrand verläuft von der oberen Insertionsstelle des Ohres aus in sanft nach oben konvexem Bogen zu dieser scharf geschnittenen Spitze. Die Helix ist nur in ihrem aufsteigenden und dem sich anschließenden oberen Teile umgekrempt; die Umkrempung des letzteren nimmt aber nach der Ohrspitze allmählich ab und hört an dieser oder meist kurz vor ihr vollständig auf. Der hintere Helixrand ist weder umgeklappt, noch auch nur lateralwärts gerichtet, wendet vielmehr seine freie Kante nach hinten. Eine zweite Form der Ohrspitze zeigt dieselbe nicht mehr als scharfe, freie Spitze nach hinten gerichtet, sondern als stumpfwinklige, mehr lateral gerichtete Verdickung des Ohrrandes (Fig. 6 *a*), meist auch etwas tiefer am hinteren Ohrrande herabgerückt.

Ich habe diese Form wegen ihrer Aehnlichkeit mit der Ohrform der betreffenden Affengattung (Fig. 5) Cercopithecusform genannt. Die vordere obere Helix verläuft hier meist nicht in sanftem Bogen zur wahren Ohrspitze, sondern unter mehr oder weniger scharfer Knickung an der höchsten Stelle, am Scheitel des Ohres, so daß hier also eine Scheitel- oder Satyrspitze (Fig. 5 und 6 *b*) zur Ausbildung

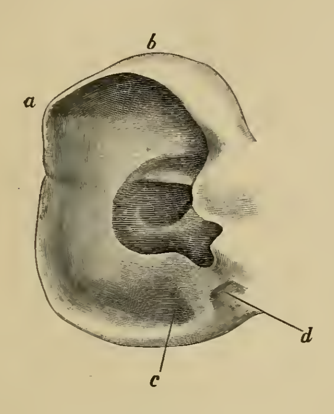


Fig. 5.

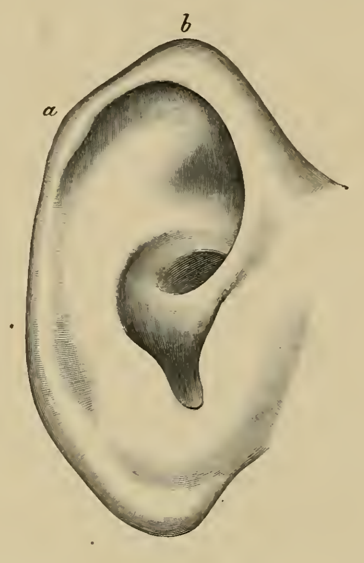


Fig. 6.

Fig. 5. Ohr von Cercopithecus cynosurus. *a* wahre Ohrspitze, *b* Scheitelspitze, *c* unteres Ende der Fossa navicularis, *d* Area lobularis; zwischen *c* und *d* ein von der Cauda helicis des Ohrknorpels zum Antitragus aufsteigender Wulst.

Fig. 6. Menschliche Ohrmuschel. Cercopithecus-Form (Form 2). *a* Darwin'sche Spitze, *b* Scheitelspitze.

kommt. Auch hier ist die hintere Helix nicht umgeklappt, höchstens im unteren hinteren Abschnitt lateralwärts gerichtet. Denkt man sich nun den Helixrand dieser zweiten Form in seiner ganzen Ausdehnung, also auch im Gebiet der Ohrspitze umgeklappt, so erhält man die gewöhnliche, von Darwin-Woolner zuerst erwähnte Form des Darwin'schen Spitzohres (Fig. 2). Die Ohrspitze ist in dieser dritten Form aber noch scharfspitzig ausgeprägt. In einer vierten Form (Fig. 1) ist sie stumpfwinklig abgerundet, in einer fünften nur als leichte Verdickung des wulstigen Helixrandes, besonders bei der Betrachtung des letzteren von hinten, wahrzunehmen. Als sechste Form endlich bezeichne ich Ohren, an denen sich die Darwin'sche Spitze in keiner Weise mehr auffinden läßt. So zeigt das menschliche Ohr alle möglichen Uebergänge von einer wahren Affenspitze bis zum vollständigen Schwund derselben. Es geht aber schon hieraus hervor, daß die Darwin'sche Spitze nicht als Anomalie oder gar als Mißbildung des Ohres betrachtet werden darf, sondern als normale Varietät. Faßt man die Formen, an welchen die Stelle der Darwin-schen Spitze noch mit Sicherheit zu bestimmen ist (Form 1—5), zusammen, so ergiebt sich (Straßburg), daß bei Männern eine Darwin'sche Spitze in 73,4 Proz. nachzuweisen ist, bei 26,6 Proz. fehlt, während die Weiber durchschnittlich eine Ohrform zeigen, die sich weiter von der

der Affen entfernt. Beim weiblichen Geschlecht ist nämlich Form 1—5 nur noch in 32,8 Proz. nachzuweisen, während ein vollständiges Fehlen der Spitze in 67,2 Proz. vorkommt, also die Regel ist. Allerdings sind bei beiden Geschlechtern die affenähnlichsten Formen in der Minderzahl, wie aus folgender Tabelle sich ergiebt. Immerhin betragen

Form	Männer	Weiber
1. (Macacus-)	2,7 Proz.	1,4 Proz.
2. (Cercopithecus-)	17,9 „	3,9 „
3.	10,1 „	7,4 „
4.	21,6 „	9,8 „
5.	21,1 „	10,3 „
6. (Fehlen)	26,6 Proz.	67,2 Proz.
	100,0 Proz.	100,0 Proz.

beim männlichen Geschlecht die als DARWIN'sches Spitzohr im engeren Sinne zu bezeichnenden Formen (1—3) beim Manne zusammen noch 30,7, beim Weibe allerdings nur 12,7 Proz.

Durch die Helix wird ein Muschelgebiet umrahmt, in dessen Tiefe eine zarte Leiste sich wulstig entwickelt zeigt, der lateralwärts konvexe Wulst der *Anthelix* (Gegenleiste; Fig. 2 *6*, *7*, *5*). Die Anthelix entsteht innerhalb des vorderen oberen Teiles des Helixrahmens mit zwei wulstigen Schenkeln, den *Crura anthelicis* (Crura furcata [LANGER]; Fig. 2 *6*, *7*), welche nach hinten und unten konvergieren und zu einem einfachen Anthelixwulst (Stamm der Anthelix, Truncus anthelicis, Fig. 2 *5*) verschmelzen. Letzterer steigt sodann vor der hinteren Helix und dieser parallel herab, um oberhalb des Ohrläppchens in einen stärkeren Vorsprung auszulaufen, in den *Antitragus* (Gegenecke, hintere Ohrklappe, Gegenbock; Fig. 2 *8*). Die beiden Crura anthelicis sind von ungleicher Ausbildung; der untere Schenkel (Crus anthelicis inferius, Crista anthelicis; Fig. 2 *6*) ist eine meist schwach S-förmig gebogene, horizontal nach vorn gerichtete, scharf ausgeprägte Leiste; der obere Schenkel (Crus anthelicis superius; Fig. 2 *7*) erscheint mehr als Fortsetzung des Anthelixstammes, verläuft nach oben und vorn und ist meist von sanfter Wölbung, kann sich wohl auch ganz abflachen. Das Ende der Anthelix läuft bald unmerklich in den Antitragus aus, von ihm nur durch eine geringe Depression getrennt, oder letztere ist zu einer Furche vertieft, zum *Sulcus auriculae posterior* (Incisura anthelicis, Fig. 2 *14*; oberer Teil des Sulcus obliquus von HIS). Dem Antitragus gegenüber befindet sich als Bestandteil des vorderen Ohrrandes der stärker vorragende Tragus (Ecke, Ohrklappe, Bock, Hircus; Fig. 2 *9*), der mehr oder weniger weit von vorn her den Eingang zum äußeren Gehörgang verdeckt. Vom Antitragus ist der Tragus durch einen nach Form und Tiefe variablen Einschnitt, die *Incisura intertragica* (s. auriculae; Fig. 2 *12*) getrennt. Nach oben gegen die Umbiegungsstelle des Crus helicis in den aufsteigenden Teil der Helix wird der Tragus durch eine sagittal gerichtete Rinne oder Furche abgegrenzt, den Sulcus auris anterior (*Incisura anterior* s. tragohelicina; Fig. 2 *11*); dagegen besteht als Abgrenzung des Tragus gegen die Haut des Gesichtes höchstens eine seichte, vertikale Furche. Nicht selten zeigt sich oberhalb des eigentlichen Tragusvorsprunges noch

ein schwächerer Höcker, das *Tuberculum supratragicum* (His; Fig. 2 *10*).

In ähnlicher Weise, wie der Stamm der Anthelix häufig durch eine Furche (*Sulcus auriculae posterior*) vom Antitragus abgegrenzt ist, kann auch das untere Ende der Helix durch eine Furche (Sulcus helicolobularis; Fig. 2 *15*) vom eigentlichen Ohrläppchen geschieden sein. Häufig kommen beide Furchen zusammen vor und bilden dann den Sulcus obliquus von His (Fig. 2 *14*+*15*). Das Gebiet unterhalb und nach vorn von diesem Sulcus obliquus bis zur Tiefe der Incisura intertragica faßt His als Unterohr zusammen. Es umfaßt den Antitragus und das Ohrläppchen und zeigt häufig auf der lateralen Fläche weitere Modellierungen. Nicht selten ist das Hautgebiet des Antitragus durch eine horizontale Furche (Sulcus supralobularis His; Fig. 2 *16*) von dem Ohrläppchen getrennt, welche Furche jedoch meist mit der gleich zu beschreibenden Rinne zwischen Helix und Anthelix, mit der Fossa navicularis (Fig. 2 *17*), zusammenfließt oder sich geradezu als eine Fortsetzung der letzteren auf das Gebiet des Unterohres erweist.

Zwischen den nach außen gerichteten Vorsprüngen der konkaven lateralen Fläche der Ohrmuschel findet sich eine Reihe besonders benannter Vertiefungen. Die Rinne, welche sich zwischen Crus anthelicis superius und Stamm der Anthelix einerseits, der oberen und hinteren Helix andererseits befindet, wird als Fossa navicularis (F. scaphoidea, *Scapha*, Fossa helicis; Fig. 2 *17*) bezeichnet. Daß dieselbe sich selbst bis in das Gebiet des Unterohres erstrecken kann, ist schon erwähnt worden. Unter der aufsteigenden Helix biegt sie in den von dieser unmittelbar gedeckten Raum um, der gewöhnlich mit zur Fossa navicularis gerechnet wird, wohl aber besser als Fossa praecruralis zu bezeichnen ist (Fig. 2 hinter der unteren *2*), da in ihr die vorderen Enden der beiden Crura helicis verstreichen. Die zwischen diesen beiden Schenkeln der Anthelix selbst befindliche dreiseitige Grube wird als *Fossa triangularis* (s. triquetra s. ovalis s. anthelicis; Cavitas innominata) (Fig. 2 *18*) bezeichnet. Diese dreieckige Grube wendet also ihre Spitze nach hinten, mündet mit ihrer Basis in die Fossa praecruralis.

Unterhalb des Crus anthelicis inferius geht die als Fossa praecruralis bezeichnete Helixrinne unter Verbreiterung in die eigentliche Muschelaushöhlung des Ohres über. Dieselbe wird als Concha auris (muschelförmige Grube) bezeichnet und zerfällt durch das Crus helicis unvollständig in einen oberen kleineren Teil, die *Cymba conchae* (Fig. 2 *19*), und in einen unteren größeren Abschnitt, die Cavitas conchae (s. innominata s. *Cavum conchae*; Fig. 2 *20*). Am vorderen Rande der letzteren gelangt man in den äußeren Gehörgang, dessen Mündung, wie schon erwähnt wurde, von vorn her mehr oder weniger durch den Tragus verdeckt wird. Der hintere Rand der Gehörgangsöffnung wird häufig durch einen vom vorderen Ende des Crus helicis herabsteigenden leichten Wulst begrenzt.

Die konvexe, dem Schädel zugekehrte Fläche der Ohrmuschel zeigt bei erhaltener Haut die Modellierung nur relativ schwach ausgeprägt. Am frei präparierten Ohrknorpel dagegen entsprechen den Erhabenheiten der lateralen Fläche Vertiefungen der Schädelfläche und den Vertiefungen der lateralen Fläche Erhabenheiten der Schädelfläche. Da die mediale Fläche der Ohrmuschel aber, abgesehen vom

Ohrläppchen, nur im hinteren und oberen Teile frei ist, so kann sie auch nur einen Teil der Reliefverhältnisse, welche an der medialen Fläche des Ohrknorpels so scharf ausgeprägt erscheinen, erkennen lassen, und zwar in sehr abgeschwächtem Maße, da die überkleidende Haut zur Ausgleichung der Unebenheiten nicht unwesentlich beiträgt. Deutlich erkennbar ist zunächst ein den äußeren Rand des Ohres bis zum Ohrläppchen umgebender Wulst, welcher der Fossa navicularis der lateralen Fläche entspricht und als Eminentia fossae navicularis (*Eminentia scaphae*; vergl. Fig. 20 *11*) bezeichnet wird. Innerhalb derselben markiert sich im hinteren Ohrgebiet (also vor der Eminentia fossae navicularis gelegen) eine Rinne (*Fossa anthelicis*; Fig. 20 *5*), welche sich weiter aufwärts, unterhalb des oberen Teiles der Eminentia scaphae nach vorn wendet und als breitere, grubige Vertiefung aufhört. Unterhalb der letzteren macht sich eine dem oberen Teile der Fossa triangularis entsprechende Erhebung meist nur schwach bemerkbar. Sie entspricht dem oberen Abschnitte der am Ohrknorpel so scharf ausgeprägten *Eminentia fossae triangularis* (vergl. unten Fig. 20 *7*). Stark entwickelt und umfangreich erscheint dagegen auch an der mit Haut bedeckten Ohrmuschel eine durch die Concha auris bewirkte konvexe Hervorwölbung, die *Eminentia conchae*. Alle anderen der Modellierung der konkaven Seite entsprechenden Reliefverhältnisse sind nur am Ohrknorpel wahrzunehmen.

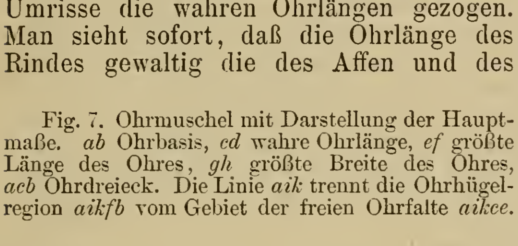
B. Vergleichende Anatomie.

Zum Verständnis der äußeren Formen der Ohrmuschel ist eine kurze Behandlung ihrer vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte unbedingt notwendig.

Eine eigentliche Ohrmuschel findet sich nur bei den Säugetieren; denn die bei den Krokodilen vorhandene, die Gehörgangsöffnung von oben her bedeckende, bewegliche Hautfalte kann keinesfalls der Ohrmuschel der Säugetiere homologisiert werden; größere Aehnlichkeit zeigt die häutige, bewegliche Klappe, welche bei manchen Vögeln, z. B. bei den Eulen, zur Ausbildung gelangt ist.

Dagegen ist die Ohrmuschel bei vielen Säugetieren in ungleich größerer Ausbildung vorhanden als beim Menschen. Besonders stark entwickelt erscheint sie bei vielen Marsupialiern (Känguruhs), Nagetieren (z. B. Kaninchen, Hase), Edentaten, bei den Ungulaten und vielen Carnivoren. Bei einer Vergleichung der Ohrformen der Säugetiere mit der des Menschen sind vor allem fixe Ausgangspunkte für die Vergleichung zu suchen. Solche sind 1) die wahre Ohrspitze und 2) die Ohrbasis. Ueber beide ist oben schon geredet. Hier ist noch genauer die Definition der Ohrbasis zu geben; sie entspricht der vorderen Insertionslinie der Ohrmuschel; da diese aber etwas unregelmäßig gestaltet ist, empfiehlt es sich, das obere Ende dieser Linie mit dem unteren Ende durch eine Gerade zu verbinden (*ab* in Fig. 7). Ich bezeichne *a* kurz als oberen, *b* als unteren Insertionspunkt. Zieht man von jedem dieser Punkte eine gerade Linie zur wahren Ohrspitze, so erhält man das Ohrdreieck (Fig. 7 *abc*), das die Grundlage für die Vergleichung der Ohrformen der Säugetiere bildet. Eine gerade Linie, von der wahren Ohrspitze zur Incisura auris anterior gezogen, trifft die Ohrbasis dicht oberhalb des Tragus.

Es entspricht dieser Abstand der Ohrbasis von der Ohrspitze der wahren Länge des Ohres (Fig. 7 *cd*), während die Ohrbasis selbst als die wirkliche oder wahre Breite des Ohres (Fig. 7 *ab*) zu bezeichnen ist. Es wird dies sofort ersichtlich, wenn man ein menschliches Ohr mit den Ohren verschiedener Säugetiere derart aufeinander zeichnet, daß die auf die Länge der menschlichen Ohrbasis reduzierten Ohrbasen der betreffenden Tiere untereinander und mit der menschlichen zusammenfallen. Dies ist in Fig. 8 geschehen. In derselben ist ein menschliches Ohr mit einer Ohrmuschel des Pavian und des Rindes zur Deckung gebracht und sind innerhalb der betreffenden Umrisse die wahren Ohrlängen gezogen. Man sieht sofort, daß die Ohrlänge des Rindes gewaltig die des Affen und des



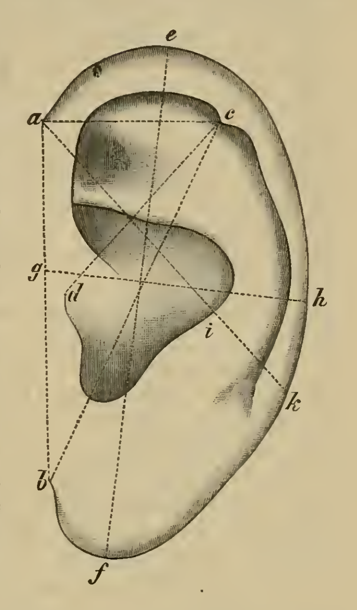


Fig. 7. Ohrmuschel mit Darstellung der Hauptmaße. *ab* Ohrbasis, *cd* wahre Ohrlänge, *ef* größte Länge des Ohres, *gh* größte Breite des Ohres, *acb* Ohrdreieck. Die Linie *aik* trennt die Ohrhügelregion *aikfb* vom Gebiet der freien Ohrfalte *aikce*.

Menschen übertrifft, daß letzterer wieder bedeutend dem Pavian nachsteht. Es ist also die Ohrmuschel des Menschen gegenüber der der Huf-

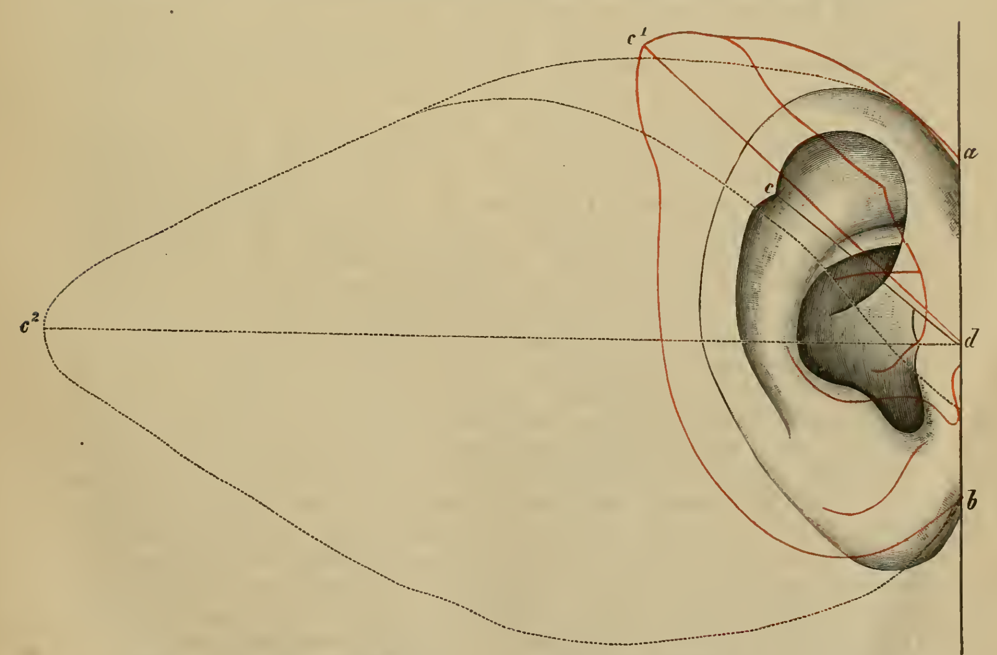


Fig. 8. Ohrmuschel des Menschen *acb* (ausgeführt), des Pavian ac^1b (rote Linie) und des Rindes ac^2b (gestrichelte Linie), mit gleicher Basis aufeinander gezeichnet. *dc*, dc^1, dc^2 sind die entsprechenden Ohrlängen.

tiere etc. gewaltig reduziert, hat auch noch gegenüber dem Affenohr eine ansehnliche Reduktion erfahren. Aber nicht alle Teile der Ohrmuschel zeigen diese auffallende Reduktion. Zieht man vom oberen Insertionspunkt der menschlichen Ohrmuschel eine gerade Linie zum Sulcus auris posterior (Fig. 7 *aik*), so wird dadurch die Ohrmuschel in zwei Gebiete zerlegt, die sehr verschiedenen morphologischen Wert besitzen, man könnte sagen, in ein basales (*aikb*) und in ein apikales (*aikc*). Die Trennungslinie schneidet die wahre Ohrlänge etwa rechtwinklig. Das basale Gebiet umfaßt das Crus helicis und den Anfang der aufsteigenden Helix, das vordere Ende des Crus anthelicis inferius, den Tragus, Antitragus und das Ohrläppchen. Mit Rücksicht auf entwickelungsgeschichtliche Erwägungen (s. unten) habe ich dies basale Gebiet als Ohrhöcker- oder Ohrhügelregion bezeichnet, das apikale dagegen, welches den größeren Teil der Helix und Anthelix umfaßt, als freie Ohrfalte (Lamina auris [Gradenigo]). Man kann im allgemeinen sagen, daß die Ohrhügelregion die wenig variable konservative, die freie Ohrfalte dagegen eine außerordentlich veränderliche ist. Erstere zeigt sich bei allen Säugetieren gut entwickelt, wird bei Huftieren und anderen Säugetieren mit langen, trichterförmigen Ohren in den basalen Trichterstiel einbezogen, ist auch bei Affen und Menschen nicht im geringsten reduziert, wie aus der Fig. 8 anschaulich hervorgeht. Was also die menschliche Ohrmuschel hauptsächlich charakterisiert, ist die starke Rückbildung der freien Ohrfalte. Die auffallende Verkleinerung, welche dieselbe in der Richtung von der Spitze zur Basis erfahren hat, führt 1) zur Einrollung des freien Ohrrandes, also zur Bildung der Helixfalte, 2) zur Aufwulstung des Stammes und des Crus superius der Anthelix.

Mit Rücksicht auf den freien Ohrrand ergiebt eine vergleichende Untersuchung, daß derselbe bei den langohrigen Tieren nur im Gebiet des Anfanges der aufsteigenden Helix eine eigene Einrollung besitzt, im übrigen den freien, scharfen Rand eines Hörtrichters bildet. Bei Halbaffen und Affen (Cynocephalus, Macacus) ist das Gebiet der Ohrspitze und der hintere Ohrrand noch nicht eingerollt, sondern scharfkantig nach hinten gerichtet (Fig. 10, 3, 5); die Ohrspitze nimmt die höchste Stelle am hinteren Ohrrande ein. Bei den Arten der Gattung Semnopithecus und Cercopithecus zeigt sich bereits die Umkrempung der oberen Helix meist bis zur Ohrspitze vollzogen, und bei letzterer Gattung rückt die Ohrspitze in verschiedenem Grade am hinteren Ohrrande herab (Fig. 5). Oben wurden Formverhältnisse des menschlichen Ohres nach diesen Befunden bei Affen als Macacusform und Cercopithecusform unterschieden. Daß beim Menschen schließlich auch das Gebiet der Ohrspitze und der absteigenden Helix von der Umklappung bezw. Einrollung ergriffen wird, ist oben schon erörtert worden. Eine starke Umkrempung der ganzen Helix zeigt das Ohr des Orang, eine Umkrempung der oberen und Wulstung der hinteren Helix die Ohrmuschel des Gorilla, während die Ohrmuschel des Chimpanse (Fig. 9) die geringste Reduktion zeigt, mit Rücksicht auf das Verhalten der Helix und Ohrspitze am nächsten den Formen der Gattung Cercopithecus steht. Unter den amerikanischen Affen ist die Gattung Cebus durch starke Umklappung der oberen und mittleren Teile der Helix und Verstreichen der Ohrspitze ausgezeichnet.

Auch die Bildung des Stammes und des Crus superius anthelicis steht mit der fortschreitenden Reduktion der menschlichen Ohrmuschel

im Zusammenhang. Vergleicht man mit ihr die eines Halbaffen (Lemur; Fig. 10), so konstatiert man, daß vom ganzen Anthelixsystem hier nur das Crus anthelicis inferius und der allerunterste Teil des Stammes, letzterer als leistenförmiger Ausläufer des Antitragus, existieren, die ich als Cristae anthelicis (anterior [*b*] und inferior [*c*]) bezeichne. Beide sind untereinander noch nicht verbunden.

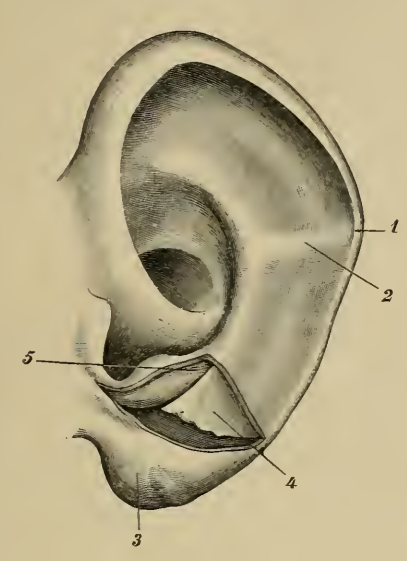


Fig. 9.

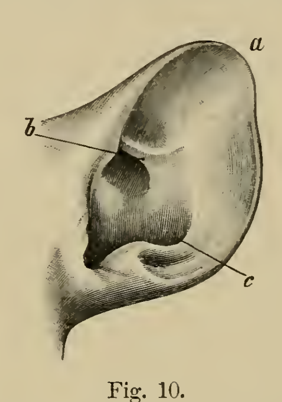


Fig. 10.

Fig. 9. Linkes Ohr eines Chimpanse. Im Gebiet des Antitragus und der knorpligen Cauda helicis ist die Haut entfernt. Man sieht hier den Knorpel des Antitragus, den M. antitragicus und die Cauda helicis. *1* DARWIN'sche Spitze, *2* Crus anthelicis tertium, *3* Ohrläppchen, *4* Cauda helicis, *5* M. antitragicus.

Fig. 10. Linke Ohrmuschel von Lemur macaco. *a* Ohrspitze, *b* Crista anthelicis anterior (= Crus inferius anthelicis), *c* Crista anthelicis inferior.

Bei Affen und Mensch stellt sich nun mit weiterer Abnahme des Wachstums der freien Ohrfalte, während die Hügelregion ihr Wachstum ungestört fortsetzt, eine neue, wulstige Falte ein, die Anthelixfalte (Plica anthelicis; Fig. 3 *b*), welche dem größten Teil des Stammes und dem Crus superius anthelicis entspricht. Sie entsteht durch Behinderung in der Flächenentfaltung infolge der bedeutenden Abnahme des Wachstums im Spitzengebiet der Ohrmuschel. Somit setzt sich das Anthelixsystem der menschlichen Ohrmuschel aus zwei sehr verschiedenartigen Bestandteilen zusammen: 1) aus zwei primären, der Ohrhügelregion angehörigen Cristae anthelicis und 2) aus einem sekundären Bestandteile. der Plica anthelicis (Anthelixfalte), welche als eine Reduktionserscheinung angesehen werden muß. Letztere bildet dann die unmittelbare Fortsetzung der Crista anthelicis inferior, während die Crista anthelicis anterior sich entweder nur an die Anthelixfalte anlehnt oder mit ihr verschmilzt. Sie ist mit dem Crus anthelicis inferius identisch.

Mit Rücksicht auf die Varietäten der menschlichen Ohrmuschel bezw. deren Form-Anomalien verdienen noch zwei bei Affen häufige Befunde eine kurze Erwähnung. Bei vielen Affen (Callithrix, Arten der Gattungen Cercopithecus und Semnopithecus, beim Chimpanse [Fig. 9], Hylobates) zieht vom Anthelixstamme nahe seiner Vereini-

gung mit dem Crus anthelicis inferius eine nach lateral konvexe sanfte breite Falte nach hinten zum freien Ohrrande, um diesen meist etwas unterhalb der DARWIN'schen Spitze zu erreichen (Crus anthelicis tertium). In einem Falle sah ich beim Chimpanse von der bezeichneten Stelle des Anthelixstammes sogar zwei Falten (ein Crus anthelicis tertium und quartum) nach hinten ziehen, die eine nach hinten-oben, die andere horizontal nach hinten.

Eine zweite Eigentümlichkeit betrifft das Crus helicis. Es kann als quer die Concha durchziehender Anfang des Helixsystems bei manchen Affen (Hapale, Cebus) fehlen. In diesem Falle, aber auch bei vorhandenem queren Anfangsstück, zeigt sich der Beginn der aufsteigenden Helix am hinteren freien Rande auf eine kurze Strecke stark konvex vorspringend, zu einer hügeligen Verbreiterung entwickelt (Tuberculum cruris helicis).

Eine besondere vergleichend - anatomische Würdigung verdient das Ohrläppchen, das ich hier, wie oben, im engeren Sinne auffasse als fetthaltige, knorpelfreie Hautfalte. Obwohl bei vielen Affen (s. Fig. 3 von Macacus) der untere Ohrrand eine ähnliche nach unten konvexe Begrenzungslinie zeigt, wie das Ohrläppchen des Menschen, so darf doch diese Bildung nicht als Ohrläppchen bezeichnet werden, da sie größtenteils von einem breiten Knorpelfortsatze des Helixrandes (Cauda helicis) eingenommen wird. Ein vom Antitragus zum unteren Ohrrande ziehender Wulst (Plica antitragohelicina; Fig. 5 zwischen *c* und *d*) bezeichnet mit seinem vorderen Rande die Grenze dieses scheinbaren Ohrläppchens. Nur ein kleines, knorpelfreies, unterhalb der Incisura intertragica gelegenes, mit der Wangenhaut zusammenfließendes Feld kann als erste Andeutung eines wahren Ohrläppchens, als eine Area lobularis (Fig. 5 *d*) in Anspruch genommen werden, die aber noch nicht abwärts über den unteren Rand des Knorpels vorragt, sondern im Gegenteil nach der Wangenhaut hin sich verschmälert. Besonders deutlich findet man diese Area lobularis bei den Affen der alten Welt. Ein wirkliches, frei über den unteren Knorpelrand herabragendes, knorpelfreies Ohrläppchen findet sich erst bei den Anthropoiden und beim Menschen, bei ersteren aber individuell nicht minder variabel als beim Menschen. Fig. 9 zeigt ein besonders gut entwickeltes Ohrläppchen beim Chimpanse.

Das Ohrläppchen ist somit eine Bildung, die erst den Anthropoiden und dem Menschen zukommt, eine Thatsache, die für die entwickelungsgeschichtliche Untersuchung im Auge zu behalten ist.

Von vergleichend - anatomischen Thatsachen sei noch erwähnt, daß die Lebensweise, die Lebensverhältnisse einen ganz bedeutenden Einfluß auf die Entwickelung der Ohrmuschel ausüben. Bei den unterirdisch lebenden Tieren kann die Ohrmuschel vollständig rückgebildet sein, wie z. B. beim Maulwurf; bei anderen grabenden Tieren ist sie ungleich kleiner als bei ihren nächsten überirdisch lebenden Verwandten (z. B. beim Wombat unter den Beutlern, Cynomys, Arctomys unter den Nagern); derartige stark reduzierte Ohren zeichnen sich dann meist durch stark wulstige Ränder aus. Bei den im Wasser lebenden Walthieren fehlt eine Ohrmuschel vollständig. Scheue, schwache, flüchtige Tiere pflegen durch ungewöhnlich große, stark bewegliche Ohrmuscheln ausgezeichnet zu sein, ebenso die Nachttiere.

Bei manchen domestizierten Tieren mit langen Ohren (Kaninchen, Hund, Schwein) treten unter dem Einfluß der Kultur bei Nachlassen

der Wirkung des Muskelapparates und weniger kräftiger Ausbildung des das Ohr steif erhaltenden Knorpels sogenannte Hängeohren auf. Der der Spitze benachbarte Teil der Ohrmuschel wird nicht mehr genügend gestützt und klappt infolge seiner Schwere auf die Außenfläche der übrigen Ohrmuschel herab. Dagegen sind die gewaltigen Ohrmuscheln des Elefanten nicht als Hängeohren zu bezeichnen, da sie nicht umgeklappt sind. Um eine relativ kleine Hügelregion hat sich hier die freie Ohrfalte nach oben, hinten und unten gewaltig ausgedehnt, derart frei entwickelt, daß es weder zur Bildung eines wulstigen oder gar eingekrempten Helixrandes noch zur Bildung der Anthelixfalte gekommen ist. Das ganze Ohrfaltengebiet liegt glatt dem Kopfe an.

C. Entwickelungsgeschichte.

Ohrmuschel und äußerer Gehörgang bilden sich in der Umgebung der ersten äußeren Kiemenfurche, gehören also in ihrer Entwickelung sowohl dem Unterkieferfortsatz des Kieferbogens als dem vorderen die erste Kiemenfurche von hinten her begrenzenden Abschnitt des Zungenbeinbogens an. Für die Entwickelung der Ohrmuschel beim Menschen hat His die Grundlage geschaffen. Seine Darstellung soll daher zunächst dieser embryologischen Schilderung zu Grunde gelegt werden.

Die wulstigen Ränder, welche die erste äußere Kiemenfurche umgeben, zeigen schon am Ende des 1. Monats des embryonalen Lebens eine Gliederung in eine Anzahl von Hügeln oder Höckern (Auricularhöcker, Colliculi branchiales externi [Moldenhauer]), deren His 6 unterscheidet. Zwei davon gehören dem Unterkieferbogen an und begrenzen den vorderen Rand der Kiemenfurche (Fig. 11 *1* u. *2*), drei sind Teile des Zungenbeinbogens, finden sich also längs des hinteren Randes der Kiemenfurche (Fig. 11 *4—6*); zwischen diesen beiden Reihen befindet sich am oberen Ende der Kiemenfurche der dritte Höcker (Fig. 11 *3*), den His wegen dieser von ihm angenommenen Lagerung als Tuberculum intermedium bezeichnet. Der erste (ventralste) Hügel des Kieferbogens gliedert einen kleineren Nebenhöcker ab, der sich als Tuberculum tragicum an der Ohrmuschelbildung beteiligt, während der Rest dieses primären Höckergebietes (Eckwulst) sehr bald den Höcker 6 teilweise überwölbt und mit ihm verwächst. Der freigebliebene Teil dieses sechsten Höckers soll sich zum Ohrläppchen entwickeln. Hinter den 3 Höckern 4, 5 und 6 des Zungenbeinbogens entsteht, durch eine



Fig. 11. Umgebung der ersten Kiemenfurche und angrenzende Teile des Gesichts eines 11 mm langen menschlichen Embryos (Anfang des 2. Monats) nach His. Vergr. 12-mal. Die His'schen Auricularhöcker sind mit *1—6* bezeichnet. *1* Tuberculum tragicum, *2* Tub. anterius, *3* Tub. intermedium, *4* Tub. anthelicis, *5* Tub. antitragicum, *6* Gegend des Ohrläppchens, *l* Gehörbläschen, *c* His' Cauda helicis (freie Ohrfalte [ich], Helix hyoidalis [Gradenigo]). Zwischen den Höckern die Fossa angularis.

zarte Furche von ihnen getrennt, ein diesem Schlundbogen paralleler Wulst, der später wie eine Verlängerung des Tuberculum intermedium aussieht und deshalb von His als Cauda helicis bezeichnet wird. Die späteren Schicksale der einzelnen Höcker sind im wesentlichen folgende: Der sekundäre Höcker 1 (Tuberculum tragicum) bildet, wie schon erwähnt, den Tragus, Höcker 5 (Tuberculum antitragicum) den Antitragus; aus dem zweiten Höcker (Tuberculum anterius) entsteht das Crus helicis, aus dem dritten (Tuberculum intermedium) und der Cauda die gesamte Helix. Der vierte Höcker endlich (Tuberculum anthelicis) schiebt sich innerhalb der Helix nach vorn vor und wird zur Anthelix. Die von den Auricularhöckern begrenzte, dorsoventral gerichtete Furche, welche freie Zacken zwischen je 2 Auricularhöcker entsendet, nennt His Fossa angularis. Eine quere Erhebung etwa in der Mitte ihres Verlaufes (Tuberculum centrale) teilt die Fossa angularis in eine obere und untere Abteilung, von denen die untere später sich zur Concha propria und zum äußeren Gehörgang vertieft. Aus der Darstellung von His hebe ich noch hervor, daß im weiteren Verlauf der Entwickelung die Anthelix sich in ihre Schenkel sondert, und daß noch etwas früher, am Beginn des 3. Monats, vorübergehend der aus der Cauda helicis hervorgegangene Teil des hinteren Ohrrandes sich klappenartig nach vorn umlegt, so daß ihr nunmehr nach vorn gerichteter Rand mit dem Crus helicis in der ganzen Ausdehnung zur Berührung kommt und die Anthelix verdeckt. Es entspricht dieses Stadium einem Zustande in der Entwickelung des Säugetierohres, in welchem der mit der Ohrspitze versehene freie Teil der Muschel nach vorn übergeklappt wird und sogar zeitweise mit den vorderen Teilen der Ohrmuschel epithelial verklebt ist. Zu einer solchen epithelialen Verwachsung kommt es indessen beim menschlichen Embryo nicht (Gradenigo). Noch im Verlauf des 3. Monats klappt sich der Ohrrand wieder auf und legt sich wieder nach hinten, so daß nunmehr wieder die Anthelix offen zu Tage liegt. Bald darauf wird auch die Gliederung des Anthelixsystems bemerkbar.

Nach dieser Darstellung entstehen aus den Auricularhöckern sehr wesentliche Teile der Ohrmuschel; nur ein Teil der Helix würde nicht auf sie, sondern auf die sogenannte Cauda zurückzuführen sein.

Diesen Angaben widersprechen nun aber die Untersuchungen Gradenigo's. Nach diesem Forscher geschieht die Entwickelung des äußeren Ohres im wesentlichen in folgender Weise. Die 6 Auricularhöcker, von denen 3 dem Mandibular-, 3 dem Hyoidbogen angehören, sind an der Bildung der eigentlichen Ohrmuschel nicht beteiligt, sie begrenzen bloß den Meatus auditorius externus und erzeugen, indem sie miteinander verwachsen, den Boden der Fossa angularis von His. Die eigentliche Ohrmuschel entsteht dagegen durch Vereinigung zweier Erhebungen, von denen die eine kranialwärts von den 3 mandibularen Hügeln am Mandibularbogen, die andere kaudalwärts von den 3 hyoidalen Hügeln am Hyoidbogen entsteht. Gradenigo bezeichnet die erste als Helix mandibularis, die zweite mächtigere als Helix hyoidalis. Später verwachsen die beiden Falten am dorsalen und ventralen Ende der ersten Kiemenfurche und begrenzen nunmehr die Fossa angularis (die spätere Concha), deren Boden somit der Stelle der Colliculi branchiales externi entspricht. Die

Anthelix entsteht sekundär an der der Concha zugekehrten Fläche der Helix hyoidalis. Aus dem unteren Ende der letzteren entsteht auch der Antitragus, aus dem unteren Abschnitte der Helix mandibularis dagegen der Tragus.

Inbetreff der weiteren Schicksale der 6 primären Auricularhöcker führt Gradenigo an, daß das untere Paar (= 1 und 6 von His) in die Tiefe gedrängt wird, sich nicht weiter entwickelt. Die beiden oberen Paare, deren jedes einen mandibularen und hyoidalen Hügel umfaßt, treten mit den beiden Helices in Verbindung und werden von Gradenigo als Processus helicis hyoidales bezw. mandibulares superiores und inferiores bezeichnet. Aus dem Processus inferior helicis mandibularis entsteht das Crus helicis, der Proc. helicis hyoidalis superior wird dagegen zu einem Teil des Crus inferius anthelicis; die beiden anderen (Proc. sup. hel. mand. und Proc. inf. hel. hyoid.) Fortsätze bilden sich mehr oder weniger zurück. Das Ohrläppchen entwickelt sich nach Gradenigo im Gegensatz zu His nicht aus dem sechsten Auricularhöcker, sondern ist eine verhältnismäßig späte Bildung, entsteht durch Wachstum des unteren Endes der Helix hyoidalis.

Meine eigenen Untersuchungen über die Entwickelung des äußeren Ohres haben zunächst in Uebereinstimmung mit den vergleichend-anatomischen Ermittelungen zu dem Ergebnis geführt, daß auch embryologisch Hügelregion und freie Ohrfalte schärfer zu sondern sind. Die Ohrhügel (Auricularhöcker, Colliculi branchiales externi) finde ich in derselben Weise angeordnet, wie es Gradenigo



Fig. 12. Menschlicher Embryo aus dem Anfang des 2. Monats mit den Auricularhöckern. 12 mal vergrößert. Bezeichnung wie in Fig. 11.

beschreibt und wie es His, abweichend von seinem im Text wiedergegebenen Schema, in seinem Atlas richtig abbildet. Es sind also 3 mandibulare und 3 hyoidale Hügel vorhanden. Das Tuberculum intermedium von His gehört dem Mandibularbogen an, steht nicht zwischen beiden Bögen. Hinter den 3 hyoidalen Hügeln entwickelt sich die freie Ohrfalte (Fig. 12 *c*), welche mit His' Cauda helicis und Gradenigo's Helix hyoidalis identisch ist und vollkommen unabhängig von den Branchialhügeln als Hautfalte nach Art der Augenlider entsteht. Sie wird jedenfalls zum Hauptteil der Ohrmuschel; aus ihr gehen die hintere Helix mit der Darwin'schen Spitze, Stamm der Anthelix und Crus anthelicis superius hervor.

Erst später bemerkt man über dem dorsalen Ende der ersten Kiemenfurche eine leichte Wulstung, welche hinten mit der freien Ohrfalte in Verbindung steht, vorn im Gebiet des Mandibularbogens mit dem Hügel 3 von His verschmilzt und sich schließlich bis vor den Anfang des Hügels 2 heraberstreckt. Es entsteht aus diesem die vordere Begrenzung der Hügel 3 und 2 ausgleichenden Streifen das freie Randgebiet der späteren Helix ascendens, welche zweifellos dem größeren Teile von Gradenigo's Helix mandibularis entspricht. Eine selbständige vordere, der hinteren Ohrfalte entsprechende Faltenbildung (Gradenigo's Helix mandibularis) vermag ich nicht aufzufinden. Die aufsteigende Helix entspricht vielmehr dem Hügel 3 von His plus einer Fortsetzung der hinteren Ohrfalte auf die vordere Seite der Kiemenfurche, und diese sekundäre Faltenbildung (vordere Helixfalte) verwächst mit dem Hügel 2, aus welchem sich das Crus helicis entwickelt. Die Verbindungsstelle der vorderen Helixfalte mit der Ohrfalte am oberen Ende der Kiemenfurche ist meist stark winklig geknickt und entspricht der Stelle der Satyrspitze des entwickelten Ohrs. Die Darwin'sche Spitze aber entsteht an der hinteren Ohrfalte selbst und zwar anfangs nahezu in der Mitte ihres freien Randes, um später nach dem Umklappen eine höhere Stellung am hinteren Ohrrande einzunehmen. Wollte man nun aber auch das auf den Mandibularbogen sich erstreckende Gebiet der Ohrfalte als Helix mandibularis bezeichnen, so würde es doch nicht dem von Gradenigo so bezeichneten Gebilde entsprechen, da keinesfalls der Tragus aus dem unteren Ende dieser Faltenbildung entsteht, sondern, wie ich mit His finde, aus dem Hügel 1 (Tuberculum tragicum). Gegen die Entstehung des Tragus aus der vorderen Helixfalte spricht schon der Umstand, daß der Knorpel des Tragus stets von der knorpeligen Grundlage der aufsteigenden Helix durch eine tief einschneidende Spalte getrennt wird (s. unten). Ebensowenig entwickelt sich aber der Antitragus aus dem unteren Ende der hinteren Helixfalte (Ohrfalte im engeren Sinn), sondern aus dem Hügel 6 von His, also vor der Ohrfalte, aber im innigen Anschluß an ihre vordere laterale Fläche. Damit ist denn auch gesagt, daß ich His' Meinung, nach welcher aus diesem Hügel das Ohrläppchen hervorgeht, nicht teilen kann. Ich finde mit Gradenigo, daß das Ohrläppchen eine relativ späte sekundäre Bildung ist, welche dem unteren Ende der hinteren Helixfalte angehört.

Es bleibt noch anzugeben, welche Gebilde des fertigen Ohres aus dem vierten und fünften Hügel von His sich gestalten. Inbetreff des vierten herrscht insofern Uebereinstimmung, als sowohl nach His als Gradenigo dieser Hügel dem Anthelixsystem anheimfällt. Ich muß

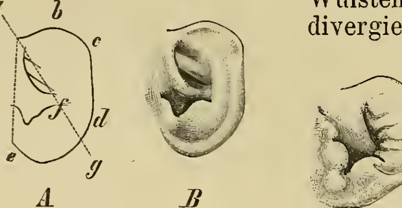
aber Gradenigo beistimmen, welcher ihn nur auf das Crus anthelicis inferius bezieht; nur bin ich der Meinung, daß nicht ein Teil, sondern das ganze Crus anthelicis inferius ihm entstammt. Ueber die Entstehung der übrigen Teile der Anthelix ist schon oben auf Grund vergleichend-anatomischer Untersuchung gehandelt. Dort wurde auch erwähnt, daß bei vielen Säugetieren sich an den Antitragus eine bald in der Ohrmuschel verstreichende Leiste, die Crista anthelicis inferior, anschließt. Ich vermute, daß dies scharf ausgeprägte Gebilde aus dem fünften Hügel von His hervorgeht, dessen Schicksale Gradenigo im Ungewissen läßt. Bei der Schwierigkeit des Gegenstandes und dem Widerstreit der Meinungen empfiehlt es sich, die verschiedenen Anschauungen tabellarisch zusammenzustellen.

Embryologische Bezeichnung	Definitive Ohrteile nach		
	His	Gradenigo	Schwalbe
1) Mandibulare Höcker Ohrhügel No. 1	(Tuberculum tragicum) Tragus	(Processus sup. hel. mandib.) in die Tiefe gedrängt	Tragus
„ „ 2	(Tuberculum anterius) Helix	(Proc. inf. hel. mand.) Crus helicis	Crus helicis
„ „ 3	(Tuberculum intermedium) Helix	0	Teil der Helix ascendens (anterior)
2) Hyoidale Höcker Ohrhügel No. 4	(Tuberculum anthelicis) Anthelix	(Proc. sup. hel. hyoid.) Crus inferius anthelicis zum Teil	Crus inferius anthelicis
„ „ 5	(Tuberculum antitragicum) Antitragus	(Proc. inf. hel. hyoid.) 0	Crista anthel. inferior?
„ „ 6	(Taenia lobularis) Lobulus auriculae	in die Tiefe gedrängt	Antitragus
3) Helix hyoidalis (freie Ohrfalte, Schwalbe, Cauda helicis, His)	Helix	Helix + Antitragus	Helix posterior (hintere Helixfalte), Lobulus auriculae
4) Helix mandibularis	—	Helix + Tragus	vordere Helixfalte (Teil der Helix ascendens)

Bemerkung: 0 bedeutet: rückgebildet.

Aus der späteren Entwickelung der Ohrmuschel ist hervorzuheben, daß nach der Zurückklappung der Ohrfalte nach hinten nunmehr am hinteren noch nicht eingerollten Rande 3 Winkel deutlich zu unter-unterscheiden sind (Fig. 13), nämlich 1) ein oberer oder Scheitelwinkel (*b*), welcher der Satyrspitze, also dem ursprünglichen dorsalen Ende der ersten Kiemenfurche entspricht; 2) ein hinterer, welcher sich am oberen Teile des hinteren Randes befindet und als Darwin'sche Spitze schon eine genauere Beschreibung gefunden hat (Fig. 13 *c*), und 3) ein unterer hinterer Winkel (*d*), der schon bald nach der Entstehung der hinteren Ohrfalte als untere Ecke derselben auftritt. Im 4. Monat des embryonalen Lebens erkennt man ein bisher nicht beschriebenes Faltensystem zwischen Helix ascendens

und hinterem Ohrrande an der lateralen Fläche der freien Ohrfalte, welches mit dem daneben existierenden Crus anthelicis inferius nichts zu thun hat, vielmehr nahezu senkrecht zu dessen Verlauf in Gestalt von 5 durch seichte Furchen getrennten Wülsten nach dem hinteren Ohrrande leicht divergiert (Fig. 14). Es sind diese Wülste deshalb beachtenswert, weil sie den longitudinalen Leisten mancher Säugetierohren, z. B. des Schweines, Rindes etc., entsprechen, welche diesen besonders lang entwickelten Ohren als Stütze dienen. Beim Menschen dagegen sind sie nur embryonal als bald verschwindende rudimentäre Gebilde zu finden. Im 5. Monat sind sie bereits verstrichen. In diesem und dem 6. Monat des embryonalen Lebens ist die Darwin-sche Spitze wohl ziemlich allgemein vorhanden, bald die Macacusform, bald die Cercopithecusform der Ohrmuschel hervorrufend. In den späteren embryonalen Monaten treten die beschriebenen Rückbildungsprozesse der Ohrmuschel immer verbreiteter auf. Bei Embryonen der letzten Monate und bei Neugeborenen ist die Darwin'sche Spitze im Falle stärkerer Behaarung mit einem zierlichen Schopfe versehen, indem die Härchen des oberen und hinteren Ohrrandes nach der Darwin'schen Spitze zu konvergieren (Schwalbe, Chiarugi; vergl. Fig. 15). Bei Vergleichung von Ohrmuscheln kurz vor und nach der Geburt fällt noch eine Eigentümlichkeit besonders auf. Beim Neugeborenen sind die zwischen den nach lateral konvexen Wülsten befindlichen Furchen und Gruben gut entwickelt; bei Embryonen dagegen stellen sie meist nur enge Spalten dar, da die Wülste sich eng aneinander drücken, schmiegen. Wollte man die Veränderung post partum bildlich charakterisieren, so könnte man von einem Aufblühen der zusammengefalteten Ohrknospe reden.



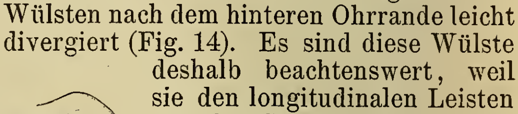


Fig. 13. Fig. 14.

Fig. 13 *A* u. *B*. Linkes Ohr eines 6 Monate alten menschlichen Embryo. *ae* Ohrbasis, *c* Ohrspitze, *b* Scheitelspitze, *d* unterer hinterer Winkel, Incisura auris posterior; *afge* Hügelregion, *abcdgf* freie Ohrfalte.

Fig. 14. Linkes Ohr eines menschlichen Embryo aus dem 4. Monat. 2/1. Die (5) vergänglichen Querfalten sind entwickelt; sie entsprechen den Längsleisten des Ohres langohriger Tiere.



Fig. 15. Ohr eines neugeborenen Knaben mit konvergierenden Härchen an der stark ausgebildeten Darwin'schen Spitze.

Im weiteren Verlauf des Wachstums handelt es sich nicht mehr um wesentliche Formveränderungen; einige Angaben über die Größenentwickelung des Ohres und seiner Teile werden unten in einem anderen Abschnitte folgen.

Auricularhöcker treten schon bei Reptilien auf; besonders interessant sind in dieser Beziehung die Schildkröten (Schwalbe), bei denen sich keine Spur eines äußeren Ohres findet und die dennoch im frühen embryonalen Leben Auricularhöcker zeigen, darunter einen stark entwickelten kegelförmigen im oberen Gebiet des Mandibularbogens, welcher wohl als Rudiment eines äußeren Kiemenbogenanhanges, äquivalent den äußeren Kiemenfäden, angesehen werden kann. — In der Klasse der Vögel finden

sich ebenfalls Auricularhöcker, die besonders genau von Moldenhauer beschrieben sind. Es treten hier aber nur 4 Hügel auf, 2 mandibulare und 2 hyoidale, die später unter Verwachsung den äußeren Gehörgang bilden.

Bei den von mir untersuchten Säugetieren läßt sich als Ausgangsbildung für die Entwickelung die geschilderte Anordnung der 6 Hügel und der freien Ohrfalte konstatieren. Auf die mit der verschiedenen Größen- und Formentwickelung der einzelnen Säugetierohren im Zusammenhang stehenden Modifikationen dieses Grundschemas gehe ich hier nicht weiter ein. Nur das sei erwähnt, daß ich bei Maulwurf-Embryonen von 13—18 mm Scheitel-Steiß-Länge ebenfalls Auricularhöcker gefunden habe, obwohl der Maulwurf keine Ohrmuschel besitzt. Sie werden hier in die Umrahmung der Gehörgangsmündung einbezogen. Auch bei den einer Ohrmuschel vollständig entbehrenden Waltieren treten Auricularhöcker in früher Zeit der Entwickelung auf. Kükenthal fand bei einem nur 2,5 cm langen Embryo von Phocaena communis 2 vordere (mandibulare), einen oberen intermediären und 3 hintere (hyoidale) Auricularhöcker, die sehr bald zu einer einheitlichen Papille verwachsen, auf deren Spitze sich die äußere Ohröffnung befindet. Howes hatte bei älteren Embryonen von Phocaena und Beluga einen fadenförmigen Hautanhang an der äußeren Ohröffnung beschrieben, den er als Rudiment einer Ohrmuschel auffaßte. Kükenthal und Beauregard vermochten dergleichen nicht zu finden; nur einmal sah ersterer eine Andeutung und vermutet, daß der von Howes beschriebene Faden nichts anderes sei als der gelegentlich länger persistierende hintere Teil des Walles der Ohrpapille, welcher sich teilweise von seiner Unterlage abgelöst habe.

D. Grösse der Ohrmuschel.

Die wichtigsten Durchmesser, welche bei der Größenbestimmung der Ohrmuschel berücksichtigt werden müssen, sind (Fig. 7, S. 121): 1) die größte Länge (*ef*) des Ohres (Höhe des Ohres), d. h. die Entfernung von der höchsten Stelle des Ohrscheitels bis zum entferntesten Punkte des unteren Ohrrandes; man hat dies Maß wohl auch als Höhe des Ohres bezeichnet; 2) die größte Breite (*gh*) oder der größte Durchmesser der Ohrmuschel senkrecht zum vorigen; 3) die Länge der Ohrbasis (*ab*) und 4) die wahre Ohrlänge oder die Entfernung der Darwin'schen Spitze von der Incisura auris anterior (*cd*). Nach meinen Messungen variiert die größte Länge des Ohres in der erwachsenen einheimischen Bevölkerung beim männlichen Geschlechte von 50—82 mm, beim weiblichen Geschlechte von 50—77 mm. Die mittlere Länge des Ohres berechnet sich für den Mann auf 65,9 mm rechts, 65,5 mm links, für das Weib auf 62,3 mm rechts, 61,5 mm links. Das männliche Ohr ist also durchschnittlich größer als das weibliche, und das rechte Ohr übertrifft durchschnittlich an Länge um ein Geringes das linke. Auffallend ist, daß im höheren Alter (60--80 Jahren) die Ohrlänge zunimmt (Schwalbe). Während nämlich im Alter von 30—50 Jahren sich nur 3,5—5,5 Proz. Ohren über 70 mm Länge finden, ergab das Alter von 60—70 Jahren 36,3 Proz., von 70—80 Jahren sogar 62,5 Proz. Ohren über 70 mm Länge. Die größte Breite des Ohres schwankt beim Manne zwischen 32 und 53 mm, beim Weibe zwischen 28 und 45 mm. Das Mittel beträgt beim Manne rechts 39,2 mm, beim Weibe 36,2 mm.

Es ist also auch in dieser Dimension das weibliche Ohr kleiner als das männliche. Auch dieser Durchmesser nimmt im höheren Alter zu, ebenso wie die halbe Summe beider Durchmesser $\frac{L+B}{2}$, der Ohrmodulus, der geeignet ist, eine annähernde Vorstellung von der Flächenausdehnung des Ohres zu geben. Es erklärt sich die Vergrößerung der Ohrmuschel im höheren Alter aus einer Abflachung, welche die Concha infolge der Abnahme der elastischen Spannnng der straffen Haut auf ihren konkaven Seite erfährt. Das Verhältnis $\frac{B.100}{L}$ ergiebt den physiognomischen Ohrindex (Ohrindex von Topinard), also das Verhältnis der größten Länge zur größten Breite, die Länge = 100 gesetzt. Dieser Index schwankt innerhalb der einheimischen erwachsenen Bevölkerung beim männlichen Geschlechte von 50—78, beträgt im Mittel 60,5; beim weiblichen Geschlechte variiert er von 45—74, mit dem Mittel 59,0. Er ist ein anthropologisch wichtiger Index.

Länge der Ohrbasis und wahre Länge des Ohres sind für die Aufstellung eines zweiten wichtigen Index von Bedeutung. Die Länge der Ohrbasis schwankt beim Manne von 33—58 mm (Mittel 44,4 mm), beim Weibe von 30—61 (Mittel 40,1). Die wahre Länge des Ohres schwankt zwischen 22 und 49 mm (Mittel 35,9) beim Manne und 24—41 mm (Mittel 33,7) beim Weibe. Der aus diesen beiden Maßen berechnete Index $\frac{Ba\,.\,100}{wL}$, den ich den morphologischen Ohrindex genannt habe, ist von großer Bedeutung für die Vergleichung des menschlichen Ohres mit den Ohren der verschiedensten Säugetiere. Er drückt den Grad der Reduktion, welchen ein Ohr erfahren hat, aus: je größer er ist, desto reduzierter ist das betreffende Ohr. Während er unter den langohrigen Tieren beim Kaninchen nur 21,3, bei der Antilope 27,6, beim Känguruh 33,0 beträgt, steigt er bei Lemur schon auf 76, bei den Pavianen und Meerkatzen auf 84 bezw. 93. Bei Anthropoiden und beim Menschen beträgt er über 100 (Chimpanse 105, Orang 122, Gorilla 125). Beim Menschen schwankt er innerhalb der weiten Grenzen von 83—195. Da ein niedriger morphologischer Ohrindex eine größere Tierähnlichkeit ausdrückt und die Indices unter 100 beim Manne häufiger sind als beim Weibe, so hat das Weib im allgemeinen ein reduzierteres Ohr.

Von den übrigen Maßen der Ohrmuschel sei hier nur die Länge und Breite der Concha propria (Länge vom Crus anthelicis inferius bis Incisura intertragica) erwähnt. Erstere ist das konstanteste Maß am ganzen Ohr, beträgt im Mittel beim Manne 25,6 mm, beim Weibe 24,0 mm. Will man über das Verhältnis des Oberohrs zum Unterohr sich unterrichten, so hat man in dem Crus helicis eine gute Grenzlinie. Ueber die Größenverhältnisse des Ohrläppchens orientiert die Entfernung von der Tiefe der Incisura intertragica bis zum Ende des Ohrläppchens.

Frigerio giebt an, daß bei Geisteskranken und Verbrechern die Länge (Höhe) der ganzen Ohrmuschel durchschnittlich beträchtlicher ist, als bei Gesunden. Er fand bei letzteren nur 13,78 Proz. mit einer Ohrmuschellänge von über 60 mm, bei Geisteskranken deren 24 Proz., bei Verbrechern sogar 46,6 Proz. Die größte Breite des Ohres findet Fr.

dagegen bei Gesunden durchschnittlich beträchtlicher, den Längendurchmesser der Concha propria wieder bei Geisteskranken und besonders Verbrechern. Ganz andere Resultate haben die sorgfältigen Untersuchungen von WILHELM ergeben. Er fand gerade umgekehrt einen größeren Prozentsatz von Ohren über 60 mm, nämlich 65 Proz. bei Gesunden, als bei Verbrechern (55 Proz.) und Degenerierten (45 Proz.); dagegen ist die größte Breite nach ihm auch bei bei Gesunden durchschnittlich bedeutender als bei den Geisteskranken und Verbrechern derart, daß 96,5 Proz. Gesunder eine Ohrbreite über 30 mm besitzen, während FRIGERIO nur 22 Proz. angiebt. WILHELM untersuchte auch den physiognomischen und morphologischen Ohrindex bei den verschiedenen Kategorien. Die Resultate faßt er in folgender Tabelle zusammen:

	Physiognomischer Index	Morphologischer Index
Gesunde	57,5	175,3
Geisteskranke Verbrecher	54,6	171,6
Gesunde Verbrecher	58,6	163
Epileptiker	57,9	159,7
Degenerierte	60,5	158,7

Da ein hoher morphologischer Ohrindex eine geringere Tierähnlichkeit bedeutet, so zeigen allerdings hier die Gesunden die günstigsten Verhältnisse, die Degenerierten die ungünstigsten.

E. Lage der Ohrmuschel.

Es wird gewöhnlich angegeben, daß die Höhe oder größte Länge des Ohres beim Erwachsenen der Länge der Nase entspricht. Dies ist aber nur zutreffend, wenn man die Nasenlänge von der Verbindungslinie beider Supraorbitalränder aus rechnet. Zieht man eine gerade Linie vom unteren Rande des Nasenseptums zur tiefsten Stelle der Ohrmuschel, so trifft eine ihr parallele, vom höchsten Punkte der Ohrmuschel gezogene etwa die Verbindungslinie der höchsten Stellen beider Supraorbitalränder. Ich finde diese Linien nahezu parallel der Horizontallinie der Profilansicht des Kopfes. Die Linie der größten Ohrlänge ist aber nicht rechtwinklig auf diese Richtungslinien aufgesetzt, sondern mit Rücksicht auf ihr oberes Ende ein wenig nach hinten geneigt, im allgemeinen parallel der Richtung des Unterkieferastes (L. MEYER). Beim Kinde und Fötus (5—6 Monate) trifft dagegen die obere Richtungslinie die Stirn oberhalb der Arcus superciliares: das Nasengebiet ist hier kürzer als die Ohrlänge. Zieht man gerade Linien (in der geometrischen Profilzeichnung) von der oberen Insertion zum lateralen Augenwinkel, von der unteren Insertion zum unteren Ende der Nase, so konvergieren diese nach vorn; eine der ersteren vom unteren Ohrrande parallel gezogene Linie trifft den roten Lippensaum der Oberlippe und divergiert nach vorn von der Horizontallinie des Profilbildes. Eine Linie endlich, welche in der Richtung des Mittelstückes des Crus anthelicis inferius nach vorn gezogen wird, erhebt sich über die obere Ohrbasisrichtungslinie (aufsteigender Verlauf der Anthelix). Dadurch unterscheidet sich das menschliche Ohr auffallend von der Ohrmuschel verschiedener Affen, bei denen die Anthelixlinie entweder (Chimpanse, Hapale) der Linie der oberen Insertion parallel ist oder absteigend gefunden wird (Chrysothrix, Ateles). In der Gattung Cerçopithecus finden sich alle Uebergänge vom absteigenden Verlauf des Crus inferius anthelicis durch den Parallelismus hindurch zum aufsteigenden.

Schäffer bestimmte den Winkel, welchen die Ohrlängenlinie (Entfernung vom Scheitel zur Spitze des Ohrläppchens) mit der Ohr-Augenlinie (der Verbindungslinie des oberen Ohrlochrandes und des unteren Augenhöhlenrandes) bildet bei Embryonen im 2. und 3. Monat durchschnittlich zu 87°. Dieser Winkel wächst dann allmählich während des Embryonallebens, um bei der Geburt etwa 108° zu betragen. Für den Erwachsenen läßt sich nach Sch. „als Durchschnittswinkel 100°—105° bestimmen (mit Schwankungen zwischen 95°—108°)". Als schiefständige Ohren bezeichnet Sch. solche, bei welchen dieser Winkel mehr als 112° beträgt. Weitere Angaben Schäffer's beziehen sich auf die Abhängigkeit der Ohrstellung von den Wachstumsverhältnissen des Felsenbeins und Keilbeins; sie können an dieser Stelle keine Berücksichtigung finden.

Sehr variabel ist die Stellung der Ohrmuschelfläche zur Medianebene des Kopfes. Sie liegt der Seite des Kopfes bald eng an, bald steht sie mit ihrem hinteren freien Teil mehr oder weniger ab, so daß die konkave Fläche zugleich mehr oder weniger nach vorn gekehrt ist. Gewöhnlich wird angegeben, daß der Winkel, welchen die mediale Fläche mit der Seitenwand des Kopfes blidet („Ansatzwinkel") zwischen 25 und 45° schwanke. Frigerio fand allerdings den Winkel, welchen die mediale Fläche der Ohrmuschel mit der lateralen Fläche des Processus mastoideus bildet, Angulus auriculotemporalis, bedeutend größer, nämlich bei normalen Erwachsenen in 52 Proz. der Fälle zwischen 70 und 90°. Er maß mittels eines von ihm konstruierten „Otometers", welches Winkelmaß zwischen Ohr und Mastoidfortsatz eingeschoben wurde. Mir scheinen aber derartige Winkelmessungen der Unsicherheit nicht zu entbehren; sie ergeben jedenfalls zu große Werte, da das einzulegende Instrument den Abstand der Ohrmuschel notwendigerweise vergrößern wird.

F. Variabilität der Ohrmuschel.

Eine besondere Besprechung verdient die Variabilität der Ohrmuschel aus praktischen Gründen, weil das häufigere Vorkommen gewisser Formzustände (Formanomalien) als charakteristisch für die Physiognomien von Geisteskranken bzw. Verbechern angegeben worden ist. Auch für die Identifizierung von Verbrechern (Bertillon, Boulland) ist eine genaue Untersuchung der Variationen der Ohrmuschel von Wichtigkeit geworden, desgleichen für eine kritische Sichtung der über die Vererbung bestimmter Ohrformen gemachten Angaben (E. Schmidt, Frigerio, Schaeffer, Laloy und andere). Um in dieser Hinsicht nicht fehlzugehen, muß man zunächst einen Ueberblick über die Variationsbreite der Ohren intellektuell und moralisch normaler Menschen gewinnen.

1) Geschlecht. Aus den oben mitgeteilten Thatsachen geht hervor, daß das weibliche Ohr 1) durchschnittlich kleiner ist, als das männliche; 2) daß die Darwin'sche Spitze ungleich seltener bei ihm vorkommt, als beim männlichen; 3) die Einrollung der Helix meist eine vollkommenere ist. Alle diese Eigentümlichkeiten weisen darauf hin, daß das weibliche Ohr eine weitergehende Reduktion erfahren hat, also sich vom tierischen Ohr weiter entfernt, als das männliche. Nach Langer ist das weibliche Ohr überdies meist feiner modelliert und variiert weniger, als das männliche.

2) Alter. Ueber die Formverschiedenheiten der Ohrmuschel in den verschiedenen Zeiten des fötalen Lebens und kurz nach der Geburt ist oben schon gehandelt worden. Es bleiben hier aber nachzutragen die Maßverhältnisse, welche die Ohrmuschel in den einzelnen Zeiten der Entwickelung aufweist. Ich beschränke mich hier auf Mitteilung einiger Zahlen, die sich auf das Längenwachstum der Ohrmuschel beziehen. Der Mittelwert der größten Länge des Ohres beträgt, wie oben schon erörtert wurde, beim Manne rechts 65,9, beim Weibe 62,3. Im 4. Monat des Embryonallebens ist dieser Wert 7—10 mm, im 5. 11—15, im 6. 15—19, im 7. 20—24, im 8. und 9. 25—29 und beträgt gegen Ende der Schwangerschaft etwa 30 mm. Es wächst also in jedem der untersuchten Monate der Embryonalzeit die Ohrlänge ungefähr um je 4 mm, nur vom 8. Monat bis zum Ende der Fötalzeit findet keine erhebliche Vergrößerung des Längendurchmessers statt. Dann folgt bei Neugeborenen eine plötzliche Vergrößerung auf durchschnittlich 34 mm, welche ich dem oben als „Aufblühen" bezeichneten Vorgange des Auseinanderweichens der vorher eng zusammengelegten Ohrfalten zuzuschreiben geneigt bin. Von nun an findet ein rascheres Wachstum statt bis zum Ende des 1. Lebensjahres, in welchem das Ohr bereits 48,7 mm Länge erreicht; dann bleibt das Wachstum stationär bis zum 3. Jahre, in welchem das Ohr bereits 53 mm Länge besitzt. Es nimmt in den folgenden Jahren nur langsam zu; für das 10. Jahr finde ich 56,3 mm, für das 15. Jahr 69,7 mm, also bereits die Größenverhältnisse des Erwachsenen.

3) Individuelle Variationen einzelner Formeigentümlichkeiten der Ohrmuschel bei Gesunden, Verbrechern und Geisteskranken.

Die Variationen, welche die Form der Ohrmuschel, abgesehen von Alter und Geschlecht, zeigt, haben als Grundlage für die Beurteilung der als „Degenerationszeichen" bei Geisteskranken und Verbrechern beschriebenen Anomalien Bedeutung gewonnen. Sie haben in letzter Zeit durch Féré und Séglas, Binder, Julia, Frigerio, Vali, Frl. Eyle, Rohrer, Wilhelm und besonders durch Gradenigo eine eingehende Bearbeitung gefunden, die z. T. zu widersprechenden Resultaten geführt hat und zwar wohl deshalb, weil namentlich von seiten der Neuropathologen das Bestreben herrschte, verschiedene Formeigentümlichkeiten eines Ohres mit einem besonderen Namen zu bezeichnen (z. B. Morel'sches Ohr, Stahl'sches Ohr, Wildermuth'sches Ohr etc.). Will man eine sichere Basis gewinnen, so muß man zunächst die normale Variationsbreite jedes einzelnen Teiles der Ohrmuschel statistisch ermittelt haben, was erst z. T. geschehen ist. Dazu ist aber eine Formanalyse der Ohrmuschel nötig, wie sie zuerst Bertillon in seinen Renseignements signalétiques durchgeführt hat. Ich habe in einer kürzlich erschienenen Arbeit diese Formanalyse auf Grund meiner vergleichend-anatomischen und entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen in modifizierter Form zur Veröffentlichung gebracht und ein Zählkartenschema für das Ohr entworfen. Ohne mich eng an die auf dieser Zählkarte mitgeteilte Reihenfolge zu halten, werde ich im folgenden die wichtigsten Variationen der einzelnen Ohrteile besprechen.

DARWIN'sche Spitze (DARWIN'sches Ohr). Es wurde bereits oben hervorgehoben, daß dieselbe häufiger beim männlichen als beim weiblichen Geschlecht gefunden wird (S. 118). GRADENIGO berücksichtigt bei seiner Statistik nur meine Formen 1 bis 3 und faßt 1 und 2 als DARWIN'sche Spitze zusammen, während er 3 als DARWINschen Höcker bezeichnet. Gruppiere ich die von mir gefundenen Zahlen in der Weise GRADENIGO's, so erhalte ich für 1+2 20,6 Proz. bei Männern, 5,3 Proz. bei Weibern, während GRADENIGO nur 1,5 Proz. bei Männern und 1,7 Proz. bei Weibern erhalten hat. Meine Form 3 (10,1 Proz. beim Mann, 7,4 Proz. beim Weib) findet GRADENIGO nur in 2 bezw. 1,3 Proz. der Fälle. Die Formen 1—3 zusammen finden sich also in 36 Proz. bei Männern und 24 Proz. bei Weibern aus dem Unterelsaß, während GRADENIGO für diese 3 Formen zusammen nur 3,5 bezw. 3 Proz. findet. Da GRADENIGO's Untersuchungen nun sehr sorgfältig an einem großen Material ausgeführt sind, so handelt es sich hier um eine auf die verschiedene Rasse zu beziehende lokale Variation. Unten (Abschnitt: Rasseneigentümlichkeiten der Ohrmuschel) werden weitere Belege für diese Auffassung beigebracht werden. Eine Vergleichung der Häufigkeit des Vorkommens der DARWIN'schen Spitze bei Geisteskranken und Verbrechern ergab GRADENIGO keinen bemerkenswerten Unterschied.

Satyrspitze. Sie ist ungleich seltener, als selbst die erste Form der DARWIN'schen Spitze. Eine befriedigende Statistik existiert nicht.

Tuberculum helicinum. Im vergleichend-anatomischen Abschnitt wurde dieser Bildung bei Affen gedacht. Sie findet sich sehr sehr selten am menschlichen Ohr.

Crus helicis. Es kann einen sehr verschiedenen Grad der Entwickelung zeigen, unter vollständiger Trennung der Cymba und Cavitas conchae sich nach hinten mit dem Stamme der Anthelix verbinden (FÉRÉ und SÉGLAS), eine Bildung, die sich im embryonalen Leben konstant findet. Eine weitere Besonderheit kann darin bestehen, daß vom unteren Umfange des Crus helicis sich hinter dem hinteren Rande der Gehörgangsöffnung eine Leiste herabzieht. Dies ist embryonal die Regel, beim Erwachsenen selten. EYLE bezeichnet diese Varietät nicht ganz zweckmäßig als „Mangel der Concha".

Vordere obere und hintere Helix. Es finden sich bei normalen Individuen alle Grade der Umkrempung bezw. Einrollung des Helixrandes; bemerkenswert ist der Fall, in welchem bei Abplattung des scheinbar breit umgekrempten Randes dieser des Knorpels entbehrt und an der Fossa scaphoidea angewachsen ist (bandförmige Helix GRADENIGO). Nach GRADENIGO findet sich dieser Zustand bei normalen Männern zu 3 Proz., bei Geisteskranken 3 Proz., bei Verbrechern 4 Proz.; bei normalen Weibern in 2,6 Proz., geisteskranken Weibern 3 Proz. und Verbrecherinnen 3,6 Proz. der Fälle. Das sind also geringe Differenzen. Dagegen ist ein freier, nicht umgeklappter Helixrand („fehlende Helix") nach GRADENIGO viel häufiger bei Geisteskranken und Verbrechern als bei normalen Personen zu finden (normale Männer 0,8 Proz., geisteskranke 3,8 Proz., Verbrecher 4 Proz.). Allerdings ergaben die Zahlen VALI's für das weibliche Geschlecht keine Unterschiede.

Truncus anthelicis. Die höchste Wölbung des Anthelixstammes kann (Bertillon) sich bei normalen Individuen in einer durch den Tragus und den Rand der absteigenden Helix gelegten Ebene befinden, oder diese Ebene nicht erreichen oder über dieselbe lateral vorspringen. Letztere Form ist von Binder als Wildermuth'sches Ohr bezeichnet worden. Nach Gradenigo's statistischen Aufnahmen ist sie bei geisteskranken Männern und Verbrechern mit 18 Proz. ungleich häufiger, als bei normalen mit 7,2 Proz., während bei Weibern die normalen mit 11,9 Proz., die geisteskranken mit 26 Proz. und die Verbrecherinnen mit 14,2 Proz. vertreten sind. Doch ergiebt hier für die beiden ersteren Kategorien Vali's Statistik keine so überzeugenden Resultate.

Das Crus anthelicis inferius (Crista anthelicis anterior) variiert am wenigsten; es kann auch beim Menschen zuweilen die Vereinigung mit der Anthelixfalte nicht bewerkstelligt haben.

Das Crus anthelicis superius fehlt nicht selten oder es ist schwach angedeutet; selten fehlt der Truncus anthelicis oder dieser mit dem Crus superius zusammen.

Crus anthelicis tertium (Dreiteilung der Anthelix [Gradenigo]; Stahl'sches Ohr II [Binder]). Diese Form ist bei der vergleichend-anatomischen Darstellung als Eigentümlichkeit mancher Affen erwähnt. Sie kommt als Affenähnlichkeit beim menschlichen Ohr vor (Féré und Séglas, Gradenigo).

Anthelices accessoriae (Gradenigo). Sie kommen als sehr seltene Bildungen beim Menschen vor. Es findet sich dann entweder ein mit dem Stamm der Anthelix konzentrischer Streifen oder es verläuft vom hinteren Ende des Crus anthelicis inferius ein S-förmig gekrümmter Streifen zum oberen Rande des Crus helicis. Beim Schimpanseohr lassen sich diese Formen leicht erzielen, wenn man die Ohrmuschel hinten fest dem Schädel anlegt. Es entstehen dann analoge Bildungen, die Hartmann fälschlich als normale Bildungen des Schimpanseohres beschrieben hat; sobald man aber das Ohr in normaler Weise abstehen läßt, verschwinden die betr. Falten. Es ist wahrscheinlich, daß letztere auch beim Menschen auf ähnliche Verhältnisse zurückzuführen sind.

Der Antitragus variiert nach Neigung und Form seines freien Randes. Erstere kann horizontal oder schief nach vorn-abwärts sein, letztere geradlinig oder vorspringend. Auch kann die Antitragusplatte als Ganzes vertikal stehen oder lateral geneigt sein.

Lobulus auriculae. Der oben gegebenen Beschreibung ist die alte Definition zu Grunde gelegt, daß das Ohrläppchen eine knorpelfreie Hautfalte ist. Würde man diese Definition aufgeben, so würde man ein Ohrläppchen überhaupt als eine sehr verbreitete Erscheinung bei den Säugetieren anzunehmen haben. Die Konsequenz der His'schen Auffassung wäre ferner, daß mit demselben Recht, wie die Cauda helicis des Ohrknorpels, auch der Antitragus dazu gezogen werden müßte. His selbst scheint dies zu fühlen, indem er das knorpelfreie Gebiet abwärts vom Sulcus supralobularis als Ohrläppchen im engeren Sinne bezeichnet.

Variationen können sich nun finden:

I) im Relief.

1) Es kann der Sulcus supralobularis fehlen oder stark entwickelt sein und sogar mit der Fossa navicularis zusammenfließen

(lobe traversé von BERTILLON, auf das Läppchen verlängerte Fossa scaphoidea von GRADENIGO). Nach GRADENIGO's Statistik findet sich diese letztgenannte Varietät bei normalen Individuen männlichen Geschlechts in 7,8 Proz., weiblichen Geschlechts in 5,1 Proz., während die entsprechenden Zahlen für Geisteskranke 15 Proz. und 9 Proz., für Verbrecher sogar 18 Proz. und 15,9 Proz. sind.

2) Innerhalb des Sulcus supralobularis, unterhalb des Antitragus, findet sich zuweilen eine leichte Erhebung, die Eminentia anonyma (HIS; Fig. 16 *7*).

3) Der Sulcus obliquus kann fehlen oder nur im Antitragusgebiet vorhanden oder vollständig entwickelt sein.

4) Als Tuberculum retrolobulare (Fig. 16 *5*; vergl. auch Fig. 2) bezeichnet HIS eine Varietät, die darin besteht, daß das untere Ende der Helix sich jenseits des gewöhnlichen Endes der Fossa navicularis verdickt. Die das Tuberculum nach vorn abgrenzende Furche wird Sulcus retrolobularis (Fig. 16 *9*) genannt, während seine hintere Abgrenzung durch den Sulcus obliquus geschieht.

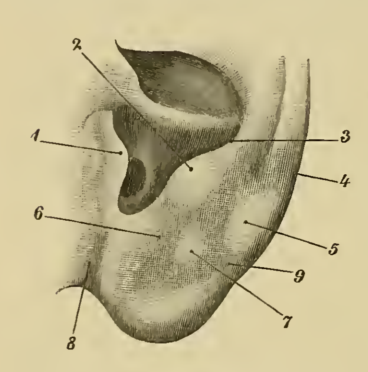


Fig. 16. Unterer Teil eines linken Ohres mit reicherer Modellierung der Außenfläche des Ohrläppchens. *1* Tragus, *2* Antitragus, *3* Sulcus auris posterior, *4* Sulcus helicolobularis, *3 + 4* HIS' Sulcus obliquus, *5* Tuberculum retrolobulare, *6* Sulcus supralobularis, *7* Eminentia anonyma, *8* Area praelobularis (HIS), *9* Sulcus retrolobularis.

5) Eine nicht selten vom vorderen Ende des Antitragus absteigende Furche, die also zum Unterschied vom Sulcus supralobularis mehr vertikal gestellt ist, beschreibt HIS als Sulcus praelobularis, das nach vorn davon gelegene, die Verbindung mit der Wange herstellende Feld nennt er Area praelobularis (Fig. 16 *8*). Es ist nichts weiter wie das Uebergangsgebiet des Ohrläppchens zur Wange und keineswegs häufig scharf gegen das eigentliche Ohrläppchen abgegrenzt. Ich finde diese Furche besonders häufig bei alten Leuten und möchte ihr ebenso wie dem Uebergangsfelde keine besondere Bedeutung zuschreiben. Genauer möchte ich diese Furche definieren als eine von der Incisura intertragica herabziehende, gewissermaßen diese Incisur als Furche in ihrer Richtung fortsetzend. Diese Bildung entspricht dem lobe à fossette von BERTILLON und deutet meiner Ansicht nach noch die ehemalige Grenze zwischen dem Gebiet des Mandibular- und Hyoidbogens an.

6) Mit dieser Furche darf eine andere vertikale nicht verwechselt werden, die sich bei Fehlen des Sulcus supralobularis findet und nach vorn von einem Wulst gefunden wird, der das untere Ende der Helix mit dem Antitragus verbindet und das Tuberculum retrolobulare von HIS einschließt. HIS nennt diese Furche den Sulcus retrolobularis (Fig. 16 *9*). Ihre Lage entspricht der Stelle, von welcher in seltenen Fällen das Ohrläppchen von unten her eingekerbt oder mehr oder weniger gespalten ist. Es ist dies eine Anomalie, welche je nach dem Grade der Ausbildung als gespaltenes oder doppeltes Ohrläppchen (Fissur des Läppchens, Coloboma lobuli auriculae) bezeichnet wird. Durch E. SCHMIDT, ORNSTEIN, ISRAEL,

Swiecicki, Gradenigo und Rohrer sind eine Reihe von Fällen dieser Art bekannt geworden. Die Deutung dieser Bildung scheint mir entwickelungsgeschichtlich die zu sein, daß eine Verschmelzung des unteren Endes der freien Ohrfalte (Helix hyoidalis) mit dem Antitragushöcker ausgeblieben ist. Jedenfalls gehört diese Spalte einzig und allein dem Hyoidbogen an, wie ich im Gegensatz zu Israel finde, welch letzterer sie der Lage nach mit der ersten Kiemenspalte in Zusammenhang bringt und das Ohrläppchen aus einem hyoidalen und mandibularen Bestandteile zusammengesetzt sein läßt. Ein besonderes Interesse hat diese Spaltung des Ohrläppchens dadurch gewonnen, daß von Schmidt und Ornstein derartige Spaltbildungen bei Individuen beobachtet wurden, deren Mutter infolge des Durchreißens eines Ohrringes durch das Läppchen eine Spalte ähnlicher Art sich erworben hatte. Es werden also diese Fälle von Schmidt und Ornstein als Dokumente für eine Vererbbarkeit individuell erworbener Eigenschaften angeführt. Ohne hier auf diese Frage einzugehen, sei nur so viel bemerkt, daß ich in dem Schmidt'schen Falle mich der Ansicht von His, welcher die Lage der Spalte bei Mutter und Kind für verschieden erklärt, nicht anschließen kann. Beide Furchen bezw. Einkerbungen entsprechen meiner Ansicht nach dem Sulcus retrolobularis.

II. Eine zweite Kategorie von Variationen des Ohrläppchens beziehen sich auf dasselbe als Ganzes.

1) Es kann abnorm groß sein oder in sehr seltenen Fällen fehlen. Das Fehlen des Ohrläppchens ist dadurch charakterisiert, daß das untere Ende des Ohres wie bei Affen bis nahe an den freien Rand von Knorpel gestützt ist.

2) Viel häufiger ist der Zustand, den man als einfach angewachsenes Läppchen bezeichnet hat. Nach Gradenigo ist dieser Zustand aber keineswegs ein Zeichen abnormer Entwickelung. Es kommt wenigstens beim männlichen Geschlecht häufiger bei Normalen (21,3 Proz.) als Geisteskranken (16,6 Proz.) und Verbrechern (17,5 Proz.) vor, während beim weiblichen Geschlecht die letzten beiden Kategorien häufiger das angewachsene Läppchen zeigen.

3) Ein damit verwandter Zustand ist das auf die Backe verlängerte Läppchen, das nach Gradenigo bei Geisteskranken und Verbrechern häufiger gefunden wird, als bei Normalen.

III. Endlich kann das Ohrläppchen in seiner Stellung zu den übrigen Teilen des Ohres und zur Seitenfläche des Kopfes Variationen zeigen. Es kann mit seiner Ebene der letzteren parallel stehen oder nach außen (lateral) oder nach innen (medial) gebogen sein.

Weitere Variationen betreffen die Ohrmuschel als Ganzes.

Hierher gehört vor allem die Variabilität in der Stellung. Weit abstehende Ohren sind seit Lombroso besonders häufig als sog. Degenerationszeichen bei Geisteskranken und Verbrechern bezeichnet worden. Lombroso fand für Verbrecher abstehende Ohren („Katzenohr" Stark) 28 Proz., Binder für Geisteskranke 5,6 Proz. Gradenigo erkennt als abstehende Ohren nur solche an, deren Ansatzwinkel mindestens ungefähr ein rechter ist. Nach dieser Definition findet er für normale Männer 11,1, für geisteskranke 20, für Verbrecher 25,2 Proz.; für normale Weiber 3,1, für geisteskranke 4,2 und für Verbrecherinnen 5,3 Proz. Es geht daraus hervor, daß wenigstens

beim männlichen Geschlechte abstehende Ohren bei Geisteskranken und Verbrechern in der doppelten Anzahl vorhanden sind, wie bei Normalen. — Die hier so widersprechenden Angaben dürften durch zwei Momente ihre Erklärung finden: 1) durch die Schwierigkeit scharfe Grenzen anzugeben zwischen dem, was man noch anliegend und schon abstehend nennen soll; es kann diesem Uebelstande nur durch genaue Winkelbestimmungen abgeholfen werden; Aber auch die bisher vorliegenden von Frigerio ausgeführten scheinbar exakten Winkelbestimmungen mindern hier aus den oben (S. 134) angegebenen Gründen die Unsicherheit nicht. Er fand einen Angulus auriculotemporalis von mehr denn 90° in 39 Proz. bei Irren und 55 Proz. bei Verbrechern. 2) Die geringe Zahl abstehender Ohren beim weiblichen Geschlechte dürfte auf die gerade dort schon frühzeitig geübte Bedeckung mit Binden, Hauben u. dgl. zurückzuführen sein.

Asymmetrien der Größe und Form beider Ohrmuscheln gehören zu den gewöhnlichsten Befunden. Es kommt kaum je vor, daß das linke Ohr ein vollständig symmetrisches Abbild des rechten vorstellt. Auffallendere Anomalien sind dagegen meist doppelseitig vorhanden, und diese Verhältnisse zeigen keine wesentlichen Unterschiede bei Normalen, Geisteskranken und Verbrechern.

Ich habe im Vorstehenden die sog. Anomalien der Ohrmuschel nur insoweit hervorgehoben, als sie innerhalb der normalen Variationsbreite gegeben sind. Eigentlich teratologische bezw. pathologische Verhältnisse, wie die Fistula auris congenita, die Auricularanhänge, die Heterotopie der Ohrmuschel, Adhärenz an der lateralen Schädelfläche, Mikrotie u. s. w. haben keine Besprechung gefunden. Auf die Auricularanhänge werde ich am Schluß des folgenden Abschnittes noch eingehen; die anderen Zustände muß ich jedoch der Besprechung in pathologisch-anatomischen Lehrbüchern überlassen.

4) Rassen-Eigentümlichkeiten der Ohrmuschel. Das Material, welches hier Verwendung finden könnte, ist noch relativ spärlich vorhanden und in der Litteratur außerordentlich zerstreut. Eine befriedigende Uebersicht kann deshalb noch nicht gegeben werden.

Was zunächst die Verschiedenheiten betrifft, welche die Rassen in den Maßverhältnissen des Ohres zeigen, so lag bisher nur eine Zusammenstellung von Topinard vor, die aber auf zu geringem Material basiert, um verwertbar sein zu können. Dieselbe ist folgende:

	(Physiognomischer) Index	Étendue $\left(=\frac{L+B}{2}\right)$	Länge
8 Europäer	54,0	48,6	63,1
1 gelbe Rasse	51,4	49,3	65,2
8 Negerinnen (Afrika)	59,8	44,4	55,6
8 Melanesier	59,5	55,8	70,0
3 Polynesier	60,0	52,0	65,0
13 Neger (Afrika)	61,2	47,8	59,6

Hiernach würden die Melanesier die längsten Ohren, die Neger die kleinsten besitzen, die „Europäer“ kleinere Ohren als alle anderen Rassen mit Ausnahme der Neger haben.

Ueber den Wert der Länge (Höhe) des Ohres bei verschiedenen Rassen habe ich in der Litteratur verhältnismäßig viele Angaben

finden können; ich stelle dieselben in folgender Tabelle, vom höchsten zum niedrigsten Werte fortschreitend, übersichtlich zusammen.

Länge des Ohres bei verschiedenen Rassen.

mm	
75	Patagonier
71	Tlinkit-Indianer
70	Omaha-Indianer
69	Aino ♂
67	Bella-Cula-Indianer, Chippeways
66	Baschkiren
65,9	Elsässer ♂
65	Merschtjerjaken
64	Kabylen
	Javanen
	Osseten
	Kabardiner
	Bulgaren
63	Loyality-Insulaner
	Aino ♀
	Neu-Hebriden
	Burjäten
62	Kanakas
	Japaner ♂
61	Elsässer ♀
	Feuerländer ♂
61	Payagua-Indianer (Paraguay)
	Chinesen
	Japaner ♀
	Nordslaven
	Tagalen
	Juden
	Lappen
	Salomon-Insulaner
60	Lothringer (Nancy, nach Wilhelm) ♂
	Adeli-Neger ♂
	Galibi ♂
	Rumänen
59	Magyaren
	Papua (Neu-Guinea)
	Australneger
	Araukaner
	Siamesen
	Kongoneger
	Wangoni ♂
	Hottentotten ♂
58	Zigeuner
	Batak
	Kaffern
	Wasinja-Neger ♂
57	Samojeden
	Feuerländer ♀
	Wanyema- }
	Wassukuma- } Neger ♂
	Wanyamesi- }
56	Adeli-Neger ♀
	Kingmill-Insulaner
55	Neu-Irländer
54	Singalesen ♂ und ♀
	Wariba ♂
	Galibi ♀
53	Buschmänner ♂
52	Nuba
49	Hottentotten ♀
46	Buschmänner ♀

Aus dieser Zusammenstellung geht zunächst hervor, daß ganz allgemein, wo überhaupt beide Geschlechter gemessen sind, die Weiber kleinere Ohren haben, als die Männer (Adeli, Hottentotten, Buschmänner, Galibi). Teilt man ferner die absoluten Maße derart ein, daß je 5 mm Intervall zu einer Gruppe zusammengefaßt wird und bezeichnet man die Gruppe, in welche die meisten Rassen fallen, als Mesotie (60—64,9), so würde die Makrotie über 65, die Mikrotie unter 60 liegen; von letzterer würde ich die Gruppe unter 55 als Hypermikrotie noch besonders abgliedern. Die Elsässer Männer stehen dann an der unteren Grenze der Makroten, zu denen außerdem die Baschkiren und Urbewohner Amerikas gehören. Zu den Mesoten gehören von europäischen Bevölkerungen Nordslaven, Bulgaren, Elsässer ♀, Juden, Lappen, Lothringer, Osseten, außerdem von Mongolen: Japaner, Chinesen, von Malaien: Javanen, Tagalen, von Melanesiern: Loyality-Insulaner, Bewohner der Neu-Hebriden, der Salomonsinseln, ferner Polynesier (Kanakas) und von der amerikanischen Urbevölkerung Indianer aus Paraguay und Feuerländer ♂. Mikroten sind die Mehrzahl der Negerstämme, die Kaffern, Australneger, Hottentotten ♂, Papua von Neu-Guinea, Siamesen und von Europäern die Magyaren und Rumänen, von Mongolen die Samojeden.

Hypermikroten sind endlich die Singalesen, einige Negerstämme, Hottentotten ♀ und Buschmänner. An der Grenze der Mikrotie stehen die Neu-Irländer.

Es ergiebt also diese vollständigere Tabelle ganz verschiedene Resultate wie die von TOPINARD mitgeteilte.

Ueber die Breite des Ohres sind leider nur sehr wenige Angaben zu finden, da diese bei den meisten anthropologischen Instruktionen vernachlässigt zu werden pflegt. Aus demselben Grunde ist auch über den physiognomischen Index nicht viel auszusagen: so viel ergiebt sich aber aus den wenigen Zahlen, die ich besitze, daß entgegengesetzt der TOPINARD'schen Tabelle die Europäer (Elsässer) mit 59,0 ♀ und 60,5 ♂ einen größeren Index besitzen, als Amerikaner (55), Melanesier (55), Baschkiren (53), Kabylen (50) und Nuba (49).

Ebenso mangelhaft unterrichtet wie über die Größenverhältnisse der Ohrmuschel sind wir über die Formverschiedenheiten. Nach Durchmusterung der verschiedenen Abbildungen finde ich, daß eine DARWIN'sche Spitze durchaus nicht häufiger bei den niedersten Rassen vorkommt. Hier ist vielmehr die starke Einrollung des Helixrandes sehr häufig, ebenso Einknickung des oberen Randes, wie ich sie als Satyrspitze bezeichnet habe; diese ist vielfach irrtümlich mit der DARWIN'schen Spitze verwechselt und als solche beschrieben worden. Nach dem Ueberblick, den ich bisher gewonnen, scheint auch bei den Rassen, welche große Ohren mit mangelhaft eingerolltem Helixrande (Mongolen, Europäer) besitzen, häufiger die tierische Ohrspitze vorzukommen, als bei denen mit kleinen, stark eingerollten Ohren (Buschmänner, Neger).

Auf die Ausbildung des Ohrläppchens, auf seine Größe und die Frage, ob dasselbe angewachsen ist oder frei, hat man mehr geachtet. Ein angewachsenes Ohrläppchen wird für Buschmänner, Feuerländer, Bella-Cula-Indianer und andere Stämme angegeben. Nach dem, was ich oben angeführt habe, möchte ich indessen aus diesen Befunden nicht ohne weiteres auf eine größere oder geringere Tierähnlichkeit der betreffenden Rassen schließen.

Weit abstehende Ohren werden als besonders charakteristisch für die Kalmücken und Turkmenen angeführt.

Aeltere Angaben, welche aus den Darstellungen der altägyptischen Kunst auf eine ganz besonders hohe Lage der Ohren bei den Altägyptern geschlossen haben, sind durch LANGER richtig gestellt. Die Altägypter zeigen, wovon man sich an Mumienköpfen leicht überzeugen kann, keine Besonderheit in der Lage der Ohrmuschel.

In neuester Zeit hat SCHAEFFER eine Reihe von Tabellen über die Häufigkeit verschiedener Ohrformen nach einzelnen Provinzen und Stämmen mitgeteilt. Er berücksichtigt besonders Schiefstand der Ohrmuschel, Adhärenz des Ohrläppchens und DARWIN'sche Spitze. Es ergeben sich für verschiedene darauf untersuchte Stämme des Deutschen Reichs erhebliche Differenzen inbetreff der prozentischen Häufigkeit der einzelnen Formen. So findet sich ein adhärentes Ohrläppchen im Rheingau und Westfalen nur in 10 Proz., in Franken in 20 Proz., Großherzogtum Hessen in 25 Proz. und in Schwaben 26 Proz. — DARWIN'sche Spitze*): Rheingau 15, Schwaben und Oberbayern 22, Hessen, Westfalen 25 Proz.

*) Mit meiner eigenen, oben S. 117 u. 118 mitgeteilten Statistik nur dann vergleichbar, wenn als DARWIN'sches Ohr nur meine Form 1—3 bezeichnet wird.

— Der Schiefstand der Ohren schwankte zwischen 5 Proz. Schwaben und 11 Proz. Süd-Baden. Von Angaben über nichtdeutsche Bevölkerungen sei hervorgehoben, daß nach Schäffer die Engländer durch einen ganz besonders hohen Prozentsatz Darwin'scher Spitzohren, nämlich 55 Proz., ausgezeichnet sind. Auch bei den Juden sind letztere besonders häufig, nämlich in 48 Proz. Ein Höherstehen jüdischer Ohren vermochte Sch. nicht zu konstatieren.

G. Bau der Ohrmuschel.

Die Ohrmuschel wird im größten Teile ihrer Ausdehnung durch eine aus elastischem Knorpel bestehende Knorpelplatte, den Ohrknorpel (Cartilago auris externae; C. auriculae), gestützt, welcher mit dem Knorpel des äußeren Gehörganges kontinuierlich ist. Das Ohrläppchen entbehrt der knorpeligen Stütze. Mit dem Perichondrium des Ohrknorpels sind Streifen fibrösen Gewebes verbunden, die man als Bänder der Ohrmuschel beschrieben hat. Außerdem finden sich unter der allgemeinen Hautbedeckung noch einige kleine quergestreifte Muskeln.

1) Der Ohrknorpel (Cartilago auris externae s. *Cartilago auriculae*).

Da der Knorpel des äußeren Ohres nicht nur auf die Ohrmuschel beschränkt ist, sondern in das äußere (laterale) Gebiet des äußeren Gehörganges übergreift, so sind zunächst zwei Abschnitte des Ohrknorpels auseinander zu halten und gesondert zu beschreiben, nämlich 1) der Knorpel der Ohrmuschel (Cartilago auriculae, Muschelknorpel) und 2) der Knorpel des äußeren Gehörganges (Cartilago meatus auditorii externi).

Die schmale, nur 8—9 mm breite Verbindungsbrücke beider habe ich als *Isthmus cartilaginis auris* bezeichnet (Fig. 17 *af*). Dieser Isthmus ist eine im allgemeinen horizontal gestelltes Knorpelblatt mit oberer, leicht konkaver und unterer, leicht konvexer Fläche, mit einem medialen (inneren) und lateralen (äußeren) freien Rande, deren transversaler Abstand die vorhin angegebene Breite des Isthmus ausdrückt. Der laterale Rand entspricht der tiefsten Stelle der Incisura intertragica, der mediale der tiefsten Stelle einer nur am isolierten Knorpel kenntlichen tiefen Incisur, welche zwischen dem vorderen Rande des unteren Teiles der Cavitas conchae und der hinteren Wand des Knorpels vom äußeren Gehörgang tief einschneidet und durch fibröses Gewebe ausgefüllt wird. Man kann diesen Einschnitt den alsbald zu beschreibenden Incisurae Santorini des Gehörgangsknorpels vergleichen, und er ist auch früher geradezu als Incisura Santorini major bezeichnet worden; ich habe ihm zur besseren Unterscheidung den Namen *Incisura terminalis* (Fig. 17 bei *f*) gegeben. Nach vorn geht die Isthmusplatte kontinuierlich in den Knorpel des äußeren Gehörganges, nach hinten in den der Ohrmuschel über. Bei dieser Definition, welche den Isthmus als natürliche Grenze beider Gebiete bezeichnet, fällt die knorpelige Grundlage des Tragus (Tragusplatte, Lamina tragi) in das Gebiet des knorpeligen äußeren Gehörganges, mit dessen übrigen Abschnitten sie kontinuierlich ist.

a) Der Knorpel der Ohrmuschel (Muschelknorpel, Cartilago auriculae).

Er entspricht in seinen Formverhältnissen im allgemeinen der Gestaltung der Ohrmuschel, nur sind seine Erhabenheiten und Vertiefungen viel schärfer ausgeprägt, was ganz besonders für die mediale oder Schädelfläche gilt. Es ist aber daran zu erinnern, daß er in das eigentliche Ohrläppchen sich nicht fortsetzt; vielmehr erreicht er seine tiefste Stelle etwa in der Höhe der Incisura intertragica. Eine Reihe von Eigentümlichkeiten, die nicht in der

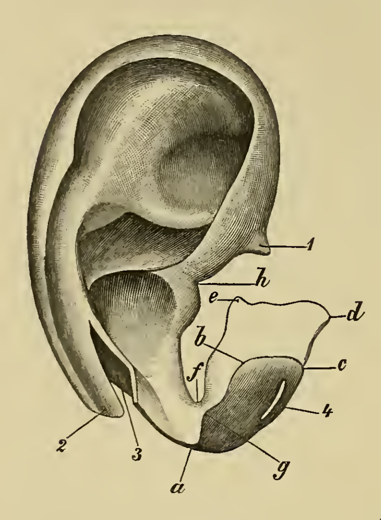


Fig. 17.

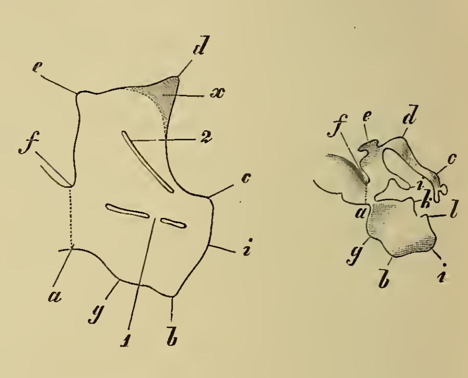


Fig. 18. Fig. 19.

Fig. 17. Ohrknorpel, von der lateralen Fläche gesehen. *af* Isthmus des Ohrknorpels, links davon Ohrmuschelknorpel, rechts Gehörgangsknorpel. Letzterer ist etwas nach rechts vom Muschelknorpel abgezogen und herübergedreht, so daß die Incisura terminalis *efh* weit klaffend erscheint. In natürlicher Lage bildet *agb* den vorderen freien Rand der zum Gehörgangsknorpel gehörigen Tragusplatte und liegt mit *b* in dem Winkel *h* des vorderen Concha-Randes. Bei *a* ist der Grund der Incisura intertragica. *1* Spina helicis, *2* Cauda helicis, *3* laterale konkave Fläche des Antitragus, *4* laterale Incisura Santorini. Bei *d* Processus triangularis. Zwischen *2* und *3* Fissura antitragohelicina.

Fig. 18. Uebergangsstück des Ohrmuschelknorpels in Verbindung mit dem flach ausgebreiteten Gehörgangsknorpel; letzterer von der inneren konkaven Fläche gesehen. Dasselbe Präparat wie Fig. 17. *af* Isthmus des Ohrknorpels, bei *a* die Incisura intertragica, bei *f* die Incisura terminalis. Auf der Fläche des Gehörgangsknorpels bemerkt man die beiden Santorin'schen Incisuren *1* (die zweiteilige laterale) und *2* (die mediale). Dieselben konvergieren nach *ci*, divergieren nach *ef*. Die Bezeichnungen der Buchstaben finden sich in Uebereinstimmung mit denen der Fig. 17. Durch die Santorin'schen Incisuren werden die 3 Stücke, aus denen der Gehörgangsknorpel besteht, unvollständig abgegrenzt, nämlich *abif* Tragusplatte, *icef* Mittelspange, und *ecd* Basalstück. An letzterem ist das Spitzenfeld *x*, der Processus triangularis, schraffiert dargestellt; letzterer legt sich auf die Facies triangularis des unteren lateralen Randes des Os tympanicum (Fig. 24 *2*). *g* erscheint am intakten Ohr als eigentlicher Tragusvorsprung, *b* häufig als Tuberculum supratragicum.

Fig. 19. Gehörgangsknorpel eines Neugeborenen, flach ausgebreitet mit angrenzendem Teile des Muschelknorpels. Ansicht der konkaven Fläche. Buchstabenbezeichnung in Uebereinstimmung mit der der Fig. 17 u. 18. Der Gehörgangsknorpel besteht noch aus 3 nur hinten unten vereinigten, sonst getrennten Spangen: 1) *abik* Tragusplatte, 2) *ejf* Mittelspange, 3) *ecd* Basalstück. Zwischen ihnen die beiden nach dem oberen vorderen Rande zusammenfließenden und hier offenen Santorin'schen Incisuren, von denen die meist zweigeteilte (Fig. 18) laterale geschlossen wird durch Vereinigung von *j* mit *c* und *c* mit *l*, zweigeteilt wird durch Vereinigung von *j* mit *k*. Die mediale Spalte wird selbständig durch Vereinigung von *j* mit der Spitze des Fortsatzes *c*. — In dieser Figur ist irrtümlich oberhalb *k* ein *i* gesetzt, es muß durch ein *j* ersetzt werden.

äußeren Modellierung der Ohrmuschel hervortreten, seien noch besonders hervorgehoben: 1) An der Umbiegungsstelle des Crus helicis in den aufsteigenden Teil der Helix findet sich ein mehr oder weniger entwickelter mit seiner Spitze nach vorn und abwärts gerichteter kegelförmiger Vorsprung, die *Spina helicis* (Fig. 17 *1*), den ich zuweilen die Länge von 3—4 mm erreichen sah. — 2) Zwischen dem unteren Ende des Knorpels der absteigenden Helix und dem Antitragus findet sich eine von vorn und unten her einschneidende verschieden lange Spalte (*Fissura antitragohelicina*; Fig. 20 *13*). Dadurch wird das untere Ende der knorpeligen Stütze der Helix zu einem selbständigen Fortsatz, der als *Cauda helicis* (Processus helicis caudatus, Lingula [His]; Fig. 17 *2*) bezeichnet wird. Durch Band- und Muskelmasse erscheint die Cauda helicis an den Antitragusknorpel mehr oder weniger herangezogen. Bei nahezu horizontal gerichtetem oberen Rande des Antitragus wendet sich deshalb auch die Cauda helicis mehr nach vorn (His), während sie bei mehr vertikal abfallendem Antitragusrande auch eine mehr vertikale Stellung zeigt. — 3) Die laterale (äußere) Fläche des Antitragus, welche an der intakten Ohrmuschel mehr oder weniger eben erscheint, ist am Ohrknorpel von vorn nach hinten stark konkav ausgehöhlt. Dieser Aushöhlung entspricht auf der medialen Fläche des Antitragus ein in die Cavitas conchae vorspringender Wulst, die Plica antitragica, auf welche His bei menschlichen Embryonen ebenfalls aufmerksam macht. — 4) Zwischen dem Anfange der aufsteigenden Helix und dem oberen Ende des vorderen Randes der Cavitas conchae befindet sich ein nach hinten einspringender Winkel (Fig. 17 *h*), in welchen sich das obere Ende der knorpeligen Tragusplatte hineinlegt, durch fibröses Gewebe damit vereinigt. 5) Es wurde oben schon hervorgehoben, daß an der dem Schädel zugekehrten Fläche des Ohrmuschelknorpels die Erhabenheiten und Vertiefungen weit schärfer ausgeprägt sind, als an der noch mit Haut bedeckten Ohrmuschel; es sind überdies auch die der Fossa triangularis, dem Crus anthelicis inferius und der Concha entsprechenden Reliefverhältnisse, welche der Insertionsfläche der Ohrmuschel angehören, vollständig zu übersehen. Die

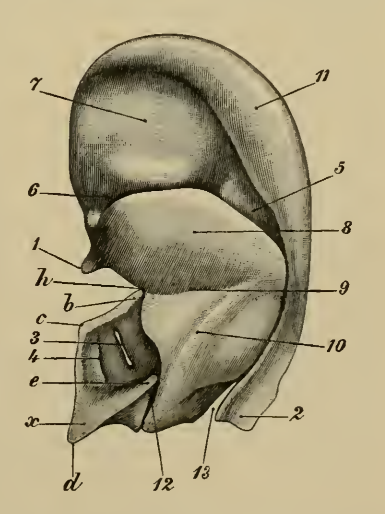


Fig. 20. Ohrknorpel, von der medialen Fläche gesehen. Es sind für die entsprechenden Teile dieselben Buchstaben gewählt wie in Fig. 17. *bc* oberer Rand der knorpligen Gefäßrinne, *ed* vorderer medialer Rand, *de* hinterer medialer Rand, *x* Processus triangularis, *1* Spina helicis, *2* Cauda helicis, *3* laterale zweiteilige Santorin'sche Incisur, *4* mediale Santorin'sche Incisur, *5* Fossa anthelicis, *6* Sulcus anthelicis transversus, *7* Eminentia fossae triangularis, *8* Eminentia conchae, *9* Sulcus cruris helicis, *10* Ponticulus, *11* Eminentia fossae navicularis, *12* Incisura terminalis, *13* Fissura antitragohelicina.

Eminentia fossae navicularis (Fig. 20 *11*) läuft unten in die Cauda helicis aus; die *Fossa anthelicis* (Fig. 20 *5*) ist nun in ihrem ganzen Verlauf klarer zu übersehen, zieht sich von der Vereinigungsstelle beider Crura anthelicis als tiefe Furche abwärts, um in der Fissura

antitragohelicina zu enden; entsprechend dem Crus superius anthelicis setzt sie sich nach oben in eine seichtere breitere Rinne fort. Dem Crus anthelicis inferius dagegen entspricht nunmehr eine tiefe transversale Furche, der *Sulcus anthelicis transversus* (Fig. 20 *6*), welcher die jetzt in ihrem ganzen Umfange erkennbare Eminentia fossae triangularis (*Eminentia scaphae*; Fig. 20 7) von der *Eminentia conchae* (Fig. 20 *8*) trennt. Auf der Oberfläche der letzteren zeichnet sich eine zweite horizontale Rinne von geringerer Tiefe ab, der *Sulcus cruris helicis* (Fossa cruris helicis; Fig. 20 *9*), entsprechend dem Crus helicis der lateralen Fläche. Etwas oberhalb des hinteren seichteren Endes diese Rinne beginnt eine mehr oder weniger stark ausgeprägte Leiste, Ponticulus (s. Agger perpendicularis; Fig. 20 *10*), welche auf der Oberfläche der Cavitas conchae nach abwärts und ein wenig nach vorn zieht, um in der Nähe des Isthmus zu enden. Diese Leiste entspricht der Insertion des M. auricularis posterior.

b) Der Gehörgangsknorpel (Cartilago meatus auditorii externi, *Cartilago meatus acustici*) geht durch Vermittelung des Isthmus kontinuierlich in den Knorpel der Ohrmuschel über. Es gehört zu ihm nach der oben gegebenen Definition auch die knorpelige Grundlage des Tragus, die Tragusplatte (*Lamina tragi*; Fig. 18 *abcf*). Mit dieser zusammen bildet er eine nach oben und hinten offene Rinne. Dies rinnenförmige Knorpelblatt ist nun so orientiert, daß es vorzugsweise dem Boden und der vorderen Wand des knorpeligen Gehörganges angehört, von der vorderen Wand aber z. T. auf die obere übergreift. Der übrige Teil der oberen Wand und die hintere Wand werden durch fibröses Gewebe, das die Ränder des rinnenförmigen Knorpels verbindet, vervollständigt.

Breitet man den sorgfältig präparierten rinnenförmigen Knorpel, wie es in der Fig. 18 geschehen, in eine Ebene aus derart, daß die dem Beschauer zugekehrte Fläche die innere ist, und zieht nun zur Abgrenzung des Muschelknorpels vom Gehörgangsknorpel eine die Incisura terminalis mit der Incisura intertragica verbindende Hilfslinie, so erscheint die Platte des Gehörgangsknorpels unregelmäßig fünfseitig. Eine laterale bezw. äußere Kante (äußerer oder lateraler Rand) *ab*, steht, in die richtige Lage zurückgebracht, annähernd vertikal und entspricht dem freien lateral und etwas nach hinten gerichteten Rande des Tragus; die zweite Seite *bc* (der obere Rand) verläuft transversal von lateral (außen) nach medial (innen) und legt sich in den schon früher bezeichneten einspringenden Winkel des Muschelknorpels, welcher sich nach hinten und unten von der Spina helicis am vorderen Ende des knorpeligen Crus helicis findet (Fig. 17 *h*). Unter stumpfem Winkel ist die dritte Kante *cd* gegen die vorige abgeknickt, welche dem vorderen rauhen Rande der Mündung des knöchernen Gehörgangs entspricht, längs dieses, mit dem sie durch fibröses Gewebe in Verbindung steht, abwärts zieht; der Lage nach bildet sie einen vorderen medialen Rand, der bald, wie im abgebildeten Falle, leicht konkav gebogen, bald leicht S-förmig gekrümmt erscheint. Unter spitzem Winkel schließt sich die Kante *ed* an ihn an, welche als hinterer medialer Rand der Gehörgangsplatte sich an die hintere Begrenzung der Mündung des knöchernen Gehörgangs anschließt. Diese beiden rauhen Begrenzungen des knöchernen Gehörganges vereinigen sich am unteren Rande seiner Mündung zu einem größeren rauhen Felde (Fig. 24 *2*) von etwa drei-

seitiger Gestalt und mit abwärts gerichteter Spitze, an welches sich der Gehörgangsknorpel, aber stets durch Vermittelung fibrösen Bindegewebes, mit breiterer Fläche anlegt. Die in Fig. 18 in der Nachbarschaft von *d* schraffierte und mit *x* bezeichnete dreiseitige Fläche entspricht dem erwähnten dreiseitigen Felde des Os tympanicum und ist von mir als Processus triangularis bezeichnet worden. Bei *e* schließt sich endlich die fünfte Seite, der hintere Rand *ef* an, welcher zugleich nach oben zieht, um an der Incisura terminalis, an der idealen Trennungslinie (*fa*) zwischen Muschelknorpel und Gehörgangsknorpel zu enden. Der Winkel *e* ist gewöhnlich in der Richtung nach oben zu einem kurzen Fortsatz ausgezogen, den ich Processus superior genannt habe. An der freien, unter der Haut des Tragusrandes zu fühlenden Kante *ab* sind zwei durch eine sanfte Vertiefung von einander abgegrenzte Erhebungen wahrzunehmen. Die eine (Fig. 18 *g*) entspricht der stärksten Prominenz des Tragus, Eminentia tragica; die andere, am Winkel *b* gelegen, entspricht dem äußerlich zuweilen sichtbaren Tuberculum supratragicum; ich bezeichne sie deshalb als Eminentia supratragica. Sie ist am Knorpel stets vorhanden, aber bald mehr in der Tiefe versteckt, bald unter der Haut fühlbar hervortretend.

Die Platte des Gehörgangsknorpels, deren Begrenzung, Lage und Verbindungen ich soeben beschrieben habe, ist keine vollständige Knorpelplatte, sondern wird konstant an zwei Stellen in individuell verschiedener Ausdehnung unterbrochen. Diese Stellen beginnen am Boden des knorpeligen Gehörganges und ziehen sich an seiner vorderen Wand derart herauf, daß sie gegen den Winkel *c* oder dessen nähere Umgebung konvergieren (Fig. 18). Man bezeichnet diese beiden Spalten als Incisurae Santorini (*Incisurae cortilaginis meatus acustici externi*, s. Valsalvae; Fig. 17 *4*, Fig. 18 *1* und *2*). Die laterale (Incis. Santorini major) ist gewöhnlich ausgedehnter, aber nicht selten durch eine Knorpelbrücke (bei Fig. 18) unterbrochen, in zwei getrennte Abschnitte zerlegt; die mediale Incisur (Incisura minor; Fig. 18 *2*) gehört ausschließlich dem Boden des Gehörganges an. Der Grad der Konvergenz beider Spalten nach der Gegend *c* hin (also nach vorn und oben) wird dadurch ausgedrückt, daß hinten ihr Abstand voneinander etwa 10 mm beträgt, während derselbe sich nach vorn oben auf 2—3 mm verringert.

Die SANTORIN'schen Spalten deuten auch am entwickelten Ohr darauf hin, daß der Gehörgangsknorpel sich nicht als einheitliches Stück angelegt hat. Sie entsprechen den erhalten gebliebenen Trennungsspuren zwischen drei halbringförmig gebogenen Knorpelstücken, aus denen sich der Knorpel des äußeren Gehörganges aufgebaut hat. Ich bezeichne diese drei ursprünglich von einander getrennten Bestandteile, die auch am menschlichen Ohrknorpel mit Hilfe der SANTORIN'schen Incisuren noch leicht abzugrenzen sind, als Tragusplatte*) (Lamina tragi), Mittelspange (Lamina intermedia) und Basalstück (Lamina basalis). Die Tragusplatte

*) In meinem Lehrbuche der Anatomie der Sinnesorgane habe ich einen größeren Bezirk des Gehörgangsknorpels, nämlich den Bezirk *bcde* als Tragusplatte bezeichnet, also die ganze vordere Wand des knorpeligen äußeren Gehörganges. Aus meinen entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen ergiebt sich aber, daß der Ausdruck Tragusplatte nur für das Gebiet vom freien Rande des Tragus bis zur ersten SANTORIN'schen Incisur gebraucht werden darf, also für die Platte *abif* in Fig. 18.

ist nach hinten mittels des Isthmus in direkter Verbindung mit dem Muschelknorpel, umfaßt annähernd das Gebiet *abif* meiner Fig. 18. Die Mittelspange entspricht dem Abschnitt *icef* und das Basalstück dem dreiseitigen Gebiete *ced*. Bei den Beuteltieren (Perameles) sind alle 3 Stücke vollkommen von einander getrennt, stellen eine leicht zu verlängernde und zu verkürzende Röhre von 3 Knorpelringen dar, welche nur hinten dorsal in ihrer Kontinuität unterbrochen sind, sodaß man sie trachealen Knorpelringen vergleichen könnte. Bei anderen Säugetieren mit langen, beweglichen Ohren (Nager, Carnivoren, Ungulaten) ist schon die Mittelspange mit der Tragusplatte verschmolzen, das Basalstück aber noch getrennt. Letzteres wird von den Tierärzten beim Pferd als „Ringknorpel“ oder „Küraß“ bezeichnet. Die Tragusplatte steht aber stets mit dem Ohrmuschelknorpel in kontinuierlicher Verbindung. Auch beim menschlichen Embryo legt sich der Gehörgangsknorpel in 3 getrennten Stücken an, von denen aber das dem Tragusknorpel entsprechende äußerste Stück schon sehr früh mit dem Muschelknorpel in Verbindung steht. Beim Neugeborenen stehen die drei Knorpelstücke bereits an ihrem hinteren Rande *efa* untereinander in Verbindung (Fig. 19), während die vorderen Enden noch nicht knorpelig vereinigt sind. Erst durch Vereinigung der vorderen oberen Enden wird die Platte des Gehörgangsknorpels zu einem geschlossenen Ganzen, dessen SANTORIN'sche Incisuren noch auf die frühere Dreiteilung hinweisen. Ein frühzeitig auftretender Fortsatz der Tragusplatte (*k*) verschmilzt gewöhnlich zu derselben Zeit mit der Mittelspange (bei *j* Fig. 19), so daß dadurch eine Zweiteilung der Incisura Santorini major zustande kommt.

Außer den SANTORIN'schen Spalten finden sich am Ohrknorpel noch folgende Eigentümlichkeiten:

1) Eine den Knorpel durchsetzende kurze Spalte, welche parallel der Richtung des Crus helicis dasselbe in seinem vorderen Ende durchsetzt, die Rima helicis (Fissura helicis). Ihr Grund wird von fibrösem Gewebe erfüllt, das mit dem Perichondrium in Verbindung steht.

2) Eine variable Zahl kleiner runder Durchbohrungen in der Nähe des freien Helixrandes; eine kleinere Zahl gehört dem hinteren Rande der aufsteigenden Helix an, der bei weitem größere Teil aber der absteigenden Helix. Die Oeffnungen entsprechen zum Teil den Durchtrittsstellen von Gefäßen.

Am Ohrknorpel langohriger Tiere sind diese Durchbohrungen in weitaus größerer Zahl vorhanden, z. B. am Ohrknorpel des Kaninchens, besonders aber an dem des Känguruhs, wo sie eine mehrere Centimeter breite Zone des Ohrknorpelrandes im Gebiet der Ohrspitze siebartig durchlöchern.

3) Eine kleine rundliche Oeffnung im Gebiet der Cavitas conchae unmittelbar unter der Mitte des Crus helicis dient ebenfalls einer Arterie zum Durchtritt (s. unten).

4) Infolge der Durchlöcherung des freien Helixrandes kommt es längs der hinteren Helix häufig zur vollständigen Abtrennung kleiner Knorpelstückchen, besonders im Gebiet der DARWIN'schen Spitze (Knorpelinseln am Helixrande [TATAROFF]).

Die Dicke der Knorpelplatte des äußeren Ohres beträgt durchschnittlich 1 mm. An einigen Stellen kann die Dicke aber 2, ja am Ponticulus sogar 3 mm betragen, während umgekehrt am freien Helixrande der Knorpel sich auffallend verdünnt und zuschärft.

Die physiologische Bedeutung der Incisurae Santorini erkennt ORTMANN darin, die Gefahr des Brechens des Gehörgangsknorpels bei Einwirkung in der Längsachse des Gehörganges wirkender Gewalten herabzusetzen; die Spalten wirken nach ihm wie Charniere, welche an den Knickungsstellen des Gehörgangsknorpels eingeschaltet sind.

c) Feinerer Bau des Ohrknorpels.

Das Gewebe des Ohrknorpels ist gelber elastischer Knorpel mit verhältnismäßig dicht gestellten, 22 μ großen Knorpelzellen. Der Knorpel wird von einem an elastischen Fasern reichen, festen Perichondrium überzogen; die elastischen Fasern desselben setzen sich kontinuierlich in die elastischen Fasernetze des Knorpels fort. Diesem Perichondralüberzuge verdankt der Ohrknorpel seine große Biegsamkeit; vom Perichondrium befreit, erscheint er dagegen brüchig. An einigen Stellen dringen vom Perichondrium aus freie Gefäße in den Knorpel selbst (L. MEYER). Es sind diese Stellen durch eine eigentümliche Erweichung des Knorpels ausgezeichnet; Zellen und elastische Fasern treten zurück; die Grundsubstanz erscheint nunmehr zum Teil homogen und ist weicher als an den anderen Stellen. TATAROFF beschreibt derartig veränderten gefäßhaltigen Knorpel vom Anfang des aufsteigenden Teiles der Helix und im Gebiet des Crus inferius anthelicis. Auch an anderen Stellen fand MERKEL eine mehr homogene Grundsubstanz, in welcher die elastischen Fasern und die Zellen sehr zurücktreten, dagegen die homogene Substanz von Bindegewebszügen durchsetzt wird.

Entwickelung des Ohrknorpels.

Die erste Anlage des Ohrmuschelknorpels fand ich bei einem Embryo vom Beginn des 3. Monats im Ohrspitzengebiet der freien Ohrfalte als dichtere Zellenanhäufung unmittelbar unter dem Epithel. Hier sei nochmals betont, daß die Tragusplatte des Gehörgangsknorpels zu keiner Zeit mit dem vorderen aufsteigenden Helixgebiet in Verbindung steht, sondern nur nach hinten Anschluß an den Antitragusteil der Ohrmuschel erreicht.

Die Spina helicis des menschlichen Ohrmuschelknorpels entspricht dem bei vielen Säugetieren (Ungulaten, Carnivoren, Rodentia) selbständigen, vor dem Ohre gelegenen Knorpelstück, das als Scutulum (Rotula, Clypeus) bezeichnet wird. Letzteres verschmilzt bei Halbaffen, Affen und beim Menschen mit dem Hauptknorpel des Ohres. Ich habe die Meinung ausgesprochen, daß eine große Anzahl der in der Litteratur beschriebenen vorderen Auricularanhänge (z. B. REVERDIN und MAYOR, Revue médicale de la Suisse Romande, No. 8, 1887, ferner ein selbst beobachteter Fall) am einfachsten zu deuten sind als abnorm entwickeltes und nicht mit dem Hauptknorpel vereinigtes Scutulum. Dafür spricht, daß die in den Auricularanhängen enthaltenen Knorpelbildungen aus Netzknorpel bestehen, mit den hyalinknorpeligen Kiemenbögen also nichts zu thun haben können. Eine ähnliche Ansicht stellt GRADENIGO (1893) auf, ohne von der meinigen (1889) zu wissen und ohne die Beziehung zum Scutulum zu erkennen. Er beschrieb früher beim menschlichen und Säugetier-Embryo einen horizontal nach vorn vom Crus helicis befindlichen Wulst („Fortsatz"), den er früher als Crus antitragicum, später als Crus praetragicum bezeichnet. Es ist derselbe, den HIS als Crus supratragicum beschrieben hat und der nach meinen Untersuchungen der Spina helicis (Scutulum) entspricht. GRADENIGO leitet von diesem Crus praetragicum den größeren Teil der präauricularen Anhangsgebilde ab. Die Fistula auris congenita aber erklärt er aus einer ungenügenden

Schließung der Furche zwischen dem Crus praetragicum und dem Tragus. In ähnlicher Weise erklärte schon früher His dieselbe aus einer ungenügenden Verwachsung der Furche zwischen Crus helicis und supra-tragicum.

2) Bänder der Ohrmuschel.

Als Bänder der Ohrmuschel hat man verschiedene mit dem Perichondrium zusammenfließende, dabei bindegewebige Faserzüge bezeichnet, welche teils zwischen verschiedenen Stellen des Knorpels selbst ausgespannt sind, teils vom Ohrknorpel zum benachbarten Knochen hinüberziehen und sich in dessen Periost fortsetzen.

1) Zu den auf den Knorpel selbst beschränkten Faserzügen (Ligaments intrinsèques [Cruveilhier]) gehört die fibröse Ausfüllungsmasse der Santorin'schen Spalten und ein fibröser Strang, welcher dem oberen Rande der Tragusplatte seine Lage im Helixwinkel sichert. Ein stärkerer Faserzug findet sich ferner zwischen Cauda helicis und Antitragus, andere auf der konvexen Seite des Muschelknorpels als kurzfaserige Züge, welche im Grunde der Fossa anthelicis und des Sulcus anthelicis transversus sich von einer Wand zur anderen herüberbrücken. Die zuletzt erwähnten Faserzüge tragen jedenfalls sehr wesentlich zur Erhaltung der Form des äußeren Ohres bei.

b) Die vom Knorpel zum Schläfenbein ziehenden Faserzüge (*Ligamenta auricularia*, Ligaments extrinsèques [Cruveilhier]) bilden eine mehr oder weniger zusammenhängende Fasermasse, an welcher man versucht hat, mehrere besondere Bänder künstlich herauszupräparieren.

Gewöhnlich unterscheidet man deren zwei, ein vorderes (*Lig.* auriculae s. *auriculare anterius* s. Valsalvae) und ein hinteres Ohrband (*Lig. auriculare posterius*). Das vordere zieht von der Wurzel des Jochfortsatzes zur Helix und Tragusplatte, das hintere vom vorderen Teile der äußeren Fläche des Processus mastoideus zur Eminentia conchae und zum Ponticulus. Allerdings existieren diese Faserzüge, gehen aber längs der oberen Wand des äußeren Gehörganges kontinuierlich ineinander über, indem ihre Ursprünge sich über den oberen Rand des Porus acusticus externus fortsetzen (sog. oberes Ohrband, *Lig. auriculare superius*). Alle diese Faserzüge bilden demnach eine kontinuierliche Lage, die auf ihrer äußeren Fläche nicht nur mit dem Periost, sondern auch mit der Fascia temporalis Verbindungen eingeht, nach innen aber da, wo der Gehörgangknorpel nicht die Wandung des äußeren Gehörganges stützt, mit dem fibrösen Teile des letzteren zusammenfließt.

Die Nomenklatur dieser sog. Bänder befindet sich in einiger Verwirrung. So bezeichnen z. B. F. Arnold und Henle die gesamte Bandmasse als Lig. Valsalvae, während Quain das hintere Band als das Valsalva'sche aufführt. Valsalva selbst beschrieb als Lig. auriculae novum das oben als Lig. auriculae anterius bezeichnete Band nebst Teilen der oberen Fasermasse.

3) Muskeln des äußeren Ohres.

Die Muskulatur des äußeren Ohres besteht 1) aus Muskeln, welche aus der Umgebung des äußeren Ohres sich zur Ohrmuschel begeben und 2) aus solchen, welche am Ohrknorpel entspringen und endigen, also in ihrer Lage auf das Gebiet der Ohrmuschel selbst beschränkt sind.

I. Muskeln, welche aus der Umgebung sich zur Ohrmuschel begeben. Kopf-Ohrmuskeln.

Hierzu gehören drei Muskeln, nämlich der M. auricularis anterior (attrahens), superior (attollens) und posterior (retrahens auriculae). Obwohl dieselben bei der Beschreibung des Epicranius-Systems in der Myologie ihre Darstellung finden, sind doch einige Punkte hier hervorzuheben; es sind ihre Ansatzstellen am Ohrmuschelknorpel zu erörtern.

1) *M. auricularis superior* (s. attollens auriculae) (Fig. 21 *3*). Nach Tataroff inseriert dieser Muskel mit leicht konvergierenden Fasern nicht nur an der medialen Fläche des Muschelknorpels auf der Höhe der Eminentia fossae triangularis, sondern sendet einzelne Faserbündel noch weiter nach abwärts, zwischen die Bündelchen des

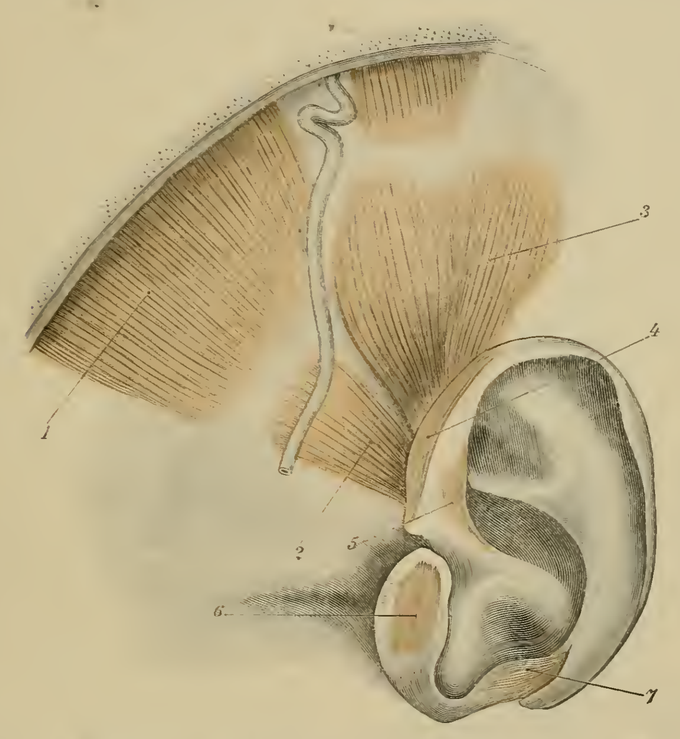


Fig. 21. Muskeln der lateralen Fläche der Ohrmuschel. *1* M. epicranius temporalis von Henle, *2* M. auricularis anterior profundus, der eigentliche M. attrahens auriculae von Albinus, *3* M. auricularis superior, *4* M. helicis major, *5* M. helicis minor, *6* M. tragicus mit vertikalen und horizontalen (sagittalen) Fasern, *7* M. antitragicus.

M. obliquus auriculae, mit denen sie den Sulcus anthelicis transversus überschreiten, um am oberen Umfange der Eminentia conchae zu inserieren. Die vordersten Faserbündel greifen mit ihrer Insertion auf die laterale Fläche des Muschelknorpels über, wo sie etwa in der Mitte der Länge der aufsteigenden Helix, bedeckt vom M. helicis major, endigen.

2) *M. auricularis anterior* (M. attrahens auriculae). Unter diesem Namen sind zwei verschiedene Dinge zusammengefaßt worden, nämlich a) der M. epicranius temporalis von Henle (M. tempo-

ralis superficialis von Sappey und Tillaux; Fig. 21 *1*), der sich temporalwärts an die vorderen Fasern des M. auricularis superior anschließt, sehr bald sehnig wird (Fascia temporalis superficialis) und also mit seinen Muskelbündeln die Ohrmuschel nicht erreicht, und b) der von Valsalva entdeckte M. auricularis anterior profundus von Cruveilhier (Fig. 21 *2*), welcher etwas oberhalb des Jochbogens sich mit seinen Muskelfasern aus der sehnigen Fortsetzung des M. epicranius temporalis entwickelt, hier stets bedeckt von der A. und Vena temporalis superficialis, so daß er erst nach Entfernung der letzteren beiden Gefäße deutlich gesehen werden kann. Der M. epicranius temporalis von Henle ist es, welcher gewöhnlich als M. auricularis anterior (Gegenbaur, Ruge) bezeichnet wird. Zweckmäßiger erscheint es mir, diesen Abschnitt als M. auricularis anterior superficialis zu bezeichnen. Er bildet mit dem M. auricularis superior eine zusammenhängende Schicht, gehört zu demselben System. Anders der M. auricularis anterior profundus, der M. attrahens von Albinus. Wenn er auch vorn an die Aponeurose des ersteren sich unmittelbar anschließt und deshalb von Bertelli mit jenem neuerdings wieder zu einem Muskel, dem M. auricularis anterior, vereinigt wurde, so empfiehlt sich doch aus praktischen Gründen wenigstens eine Zusammensetzung des Muskels aus den zwei genannten besonderen Portionen anzunehmen, zumal da er sich obenhinten mit Muskelbündeln unter den M. auricularis superior schiebt und demnach dem letzteren gegenüber eine besondere tiefe Schicht darstellt, während er vom M. epicranius temporalis sich durch seine tiefe Lage unter den Temporalgefäßen unterscheidet. — Wie erwähnt, hat nur der M. auricularis profundus Insertionen am Ohrknorpel, und zwar inserieren seine am weitesten abwärts gelegenen Bündel an der medialen Fläche der Spina helicis, während die nach oben sich anschließenden Bündel die Eminentia conchae in ihrem vorderen Teile erreichen (Fig. 22 *1*).

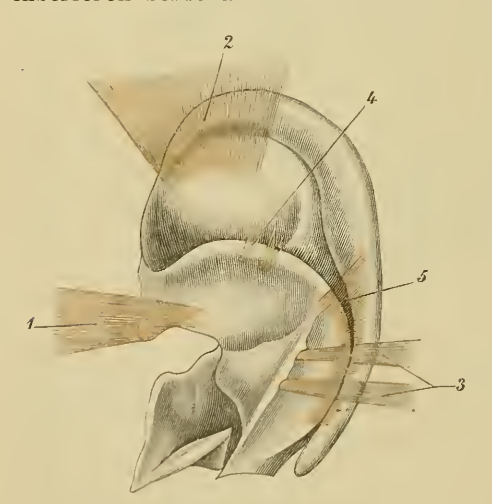


Fig. 22. Mediale Fläche des Ohrknorpels mit ihren Muskeln. Größtenteils nach Tataroff. *1* M. auricularis anterior, sowohl an der Spina helicis, als an der Eminentia conchae inserierend; *2* M. auricularis superior, *3* Bündel des M. auricularis posterior, *4* M. obliquus auriculae, *5* M. transversus auriculae.

3) *M. auricularis posterior* (s. retrahens auriculae) (Fig. 22 *3*). Hier ist nur die Insertion des Muskels am Ponticulus der Eminentia conchae hervorzuheben.

II. Muskeln, welche auf das Gebiet der Ohrmuschel selbst beschränkt sind: Mm. auriculares proprii.

Man hat deren 7 zu unterscheiden, von denen zwei der medialen Fläche der Ohrmuschel angehören, vier auf der lateralen Fläche sich finden und einer als Muskel des knorpeligen Gehörganges zu betrachten ist. Von den vier Muskeln der lateralen Fläche gehören zwei der Helix, je einer dem Tragus und Antitragus an.

1) *M. helicis major* (Fig. 21 *4*). Er ist der größte, aber am wenigsten beständige Muskel der Ohrmuschel. Er entspringt von der Spina helicis und steigt am vorderen Rande der aufsteigenden Helix empor, ohne jedoch dem Knorpel eng anzuliegen; von letzterem wird er vielmehr durch Fett, kleine Arterien und das auf die laterale Fläche des Muschelknorpels übergreifende Bündel des M. auricularis superior getrennt. An seinem oberen Ende biegt sich der Muskel bogenförmig um den vorderen Rand der Ohrmuschel nach hinten auf die mediale Seite derselben, wo er am vorderen oberen Umfange der Eminentia fossae triangularis seine Insertion findet. — Ein Teil seiner Fasern geht zuweilen in die Faserung des M. auricularis superior über.

2) *M. helicis minor* (Fig. 21 *5*). Er liegt auf dem Crus helicis, da, wo dieses in die aufsteigende Helix übergeht, und bedeckt dabei die Rima helicis vollständig (Tataroff). Seine Faserrichtung ist von hinten unten schräg nach vorn oben aufsteigend. Sein vorderes oberes Ende liegt nicht an der Spina helicis, sondern nach hinten und etwas oben davon auf dem Anfange der aufsteigenden Helix.

3) *M. tragicus* (s. tragi [Valsalva]; Fig. 21, *6*). Er liegt auf der Außenfläche der Lamina tragi und kommt in individuell sehr verschiedener Entwickelung vor. Gewöhnlich werden ihm nur vertikale Fasern zuerkannt, die den dem freien Tragusrande benachbarten Teil der Tragusplatte bedecken (Fig. 21 *6*). Tataroff hat indessen noch eine zweite Faserkategorie gefunden, die er als sagittale bezeichnet. Diese Fasern gehören ausschließlich dem oberen Drittel der Tragusplatte an und sind nach meinen Untersuchungen nur nahe dem freien Rande der Tragusplatte (also im Gebiete des Tuberculum supratragicum, vgl. Fig. 23 *2*) von den vertikalen Fasern, mit denen sie sich zum Teil mischen, bedeckt, längs des übrigen Teiles des oberen Randes der Tragusplatte aber frei. Da die Tragusplatte in ihrem versteckt liegenden Abschnitte mehr frontal als sagittal gestellt ist, möchte ich die Bezeichnung „horizontale Fasern" für sie vorziehen (Fig. 23 *2*). Ich finde nun, daß bald beide Faserarten, bald nur die vertikalen, bald nur die horizontalen vorkommen können. Bei starker Entwickelung der vertikalen schiebt sich der vordere Teil derselben (Fig. 23) oben unter die horizontalen.

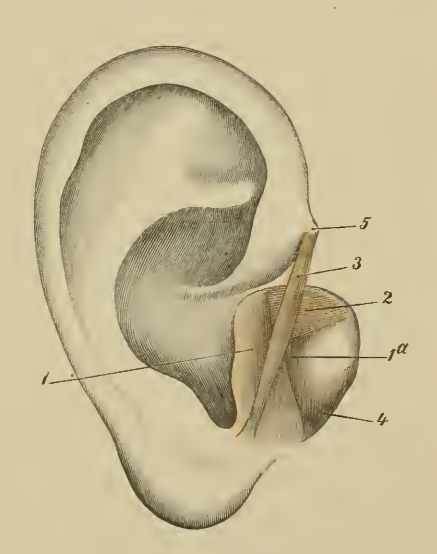


Fig. 23. Rechte Ohrmuschel mit stark entwickelten Tragusmuskeln. *1*, *1a* vertikaler, *2* horizontaler M. tragicus, *1* sind die Fasern des vertikalen M. tragicus, welche die horizontalen bedecken, *1a* solche, welche sich unter den horizontalen schieben, *3* M. tragohelicinus, *4* stark entwickelter M. incisurae Santorini, *5* Spina helicis.

Auf dem Wege mikroskopischer Untersuchung gelang es Tataroff, festzustellen, daß auch einzelne Muskelfasern von der Haut senkrecht

zur Oberfläche derselben in die Tiefe in der Richtung zum Knorpel ziehen, ohne diesen zu erreichen; sie verlieren sich vielmehr zwischen den Bündeln der vertikalen. Sie finden sich in der Mitte der Traguslänge. TATAROFF bezeichnet sie als frontale Fasern. Ich möchte vorziehen, sie perpendikuläre zu nennen.

Mit der Anatomie des Tragicus hängt innig zusammen das Vorkommen zweier Muskeln, die gewöhnlich als seltene Befunde unter den Varietäten der Ohrmuskeln beschrieben werden, aber nicht getrennt werden können vom M. tragicus. Es sind dies:

3a) Der M. tragohelicinus (M. pyramidalis auriculae [JUNG] s. Jungii s. accessorius tragi; Fasciculus accessorius s. superficialis von SAPPEY; Fig. 23 *3*). Es ist dies ein vertikales Faserbündel, welches oberflächlicher liegt, als die vertikalen Bündel des M. tragicus, teils am unteren Ende der Lamina tragi, teils von der Haut in der Nachbarschaft der Incisura intertragica entspringt und seine Insertion an der Spina helicis findet.

3b) Der M. incisurae Santorini (Fig. 23 *4*) gehört ebenfalls zum System des M. tragicus. Er überbrückt nur den unteren basalen Teil der Incisura Santorini major mit schräg anfsteigenden Fasern, die bald vollständig selbständig ein abgeschlossenes Bündel formieren, bald sich nach hinten (Richtung des freien Tragusrandes) an die vertikalen Fasern des Tragicus unter leicht fächerförmiger Divergenz anschließen. TATAROFF beschreibt ihn als konstant. Ich fand ihn allerdings in der Mehrzahl der Fälle, aber nicht immer. Sein Vorkommen scheint an die Existenz der vertikalen Fasern des M. tragicus gebunden zu sein. In den Fällen, wo letzterer nur aus horizontalen Fasern bestand, vermißte ich den M. incisurae Santorini.

TATAROFF fand bei mikroskopischer Untersuchung auch im Gebiet dieses Muskels sagittale, d. h. horizontale Fasern, welche aber auf der Innenseite des Gehörgangsknorpels nahe dem Rande der Incisura major entstehen und durch dieselbe nach außen gelangen, um sich hier mit den vertikalen Fasern zu mischen.

4) *M. antitragicus* (Fig. 21 7). Er entspringt von der Basis der Cauda helicis und dem angrenzenden Teile des hinteren Randes der Antitragusplatte und zieht mit divergierenden Fasern auf der Außenfläche der Antitragusplatte schräg nach vorn und etwas nach unten, um seine Fasern bis zum vorderen, die Incisura intertragica abgrenzenden Rande vorzuschieben. Die Richtung dieser Fasern ist deshalb mehr eine sagittale als vertikale. Ein Teil seiner Fasern, nämlich die am weitesten nach hinten gelegenen, ziehen steiler abwärts, verlaufen im allgemeinen der Cauda helicis parallel, liegen zwischen ihr und dem Antitragus, um sich an dessen hinterem Rande, seltener an der Cauda helicis, zu inserieren. Dies aberrierende Muskelbündel ist von THEILE und TATAROFF als zweiter M. antitragicus bezeichnet worden.

5) *M. transversus auriculae* (Fig. 22 *5*). Er besteht aus Fasern, welche die Fossa anthelicis quer oder schräg überbrücken, demnach von der Eminentia fossae navicularis zur Eminentia conchae ziehen, die in der Fossa anthelicis gelegenen, von Fett umhüllten Gefäße deckend. Die Ausbildung des Muskels ist eine wechselnde: bald ist er gut entwickelt, bald von Bindegewebe durchwachsen. Nach oben reicht er gewöhnlich bis zum Niveau des oberen Endes des Ponti-

culus, seltener bis zur Höhe der Teilung der Anthelix in ihre beiden Schenkel; unten endigt er bald oberhalb der Basis der Cauda helicis, bald setzt er sich auf die Spalte zwischen letzterer und dem Antitragus fort.

6) *M. obliquus auriculae* (Fig. 22 *4*). Er besteht aus einem kleinen Muskelbündel mit annähernd vertikaler oder leicht nach vorn absteigender Richtung, welches unter Ueberbrückung des Sulcus anthelicis transversus von der Eminentia fossae triangularis zur Eminentia conchae zieht. Häufig ist er nicht besonders entwickelt oder schließt sich dem M. transversus auriculae an. Er ist deshalb von Sappey nicht als besonderer Muskel beschrieben worden. Gegenbaur sieht in dem M. obliquus auch nur einen abgesonderten Teil des M. transversus auriculae.

Varietäten der Ohrmuskeln.

Als ein Muskel, der ausnahmsweise vorkommt, ist zunächst der M. styloauricularis (Hyrtl) zu erwähnen, der vom Processus styloideus oberhalb des M. styloglossus entspringt, an der lateralen Seite des Griffelfortsatzes emporsteigt und unterhalb des Ponticulus am hinteren Rande der Incisura terminalis sich inseriert. Tataroff fand ihn an beiden von ihm untersuchten embryonalen Ohren. — Ueber den M. tragohelicinus s. pyramidalis ist oben (S. 154) schon berichtet worden.

Morphologische Deutung der Ohrmuskeln.

Die kleinen Muskeln des Ohrknorpels leiten sich von den aus der Umgebung des Ohres zu ihm gelangenden Muskeln ab, die ursprünglich in ihrer Faserausbreitung größere Strecken der Ohrmuschelfläche bedeckt haben, sodann durch Entwickelung von Knorpelleisten, welche neue Insertionen abgeben, von den übrigen Muskeln abgegliedert sind und eine Selbständigkeit erworben haben. Ruge's Untersuchungen über die Gesichtsmuskulatur der Affen und Halbaffen haben hier eine sichere Basis geschaffen. Nach ihm zerfällt das Gebiet des M. platysma myodes am Kopf in 3 Gruppen: 1) in das System des M. auriculolabialis inferior des Unterkiefergebietes, 2) in die hinter dem Ohr befindlichen Muskeln (M. auriculooccipitalis) und 3) in das Gebiet eines M. subcutaneus faciei, der sich wieder in ein unteres Bündel, M. auriculolabialis superior zur Oberlippe, und in ein oberes, den M. frontotemporoauricularis sondert. Nach Ruge liefert der M. auriculooccipitalis den M. auricularis posterior und als abgegliederte Fortsetzungen desselben auf die Ohrmuschel die Mm. transversus und obliquus auriculae. Der M. auriculolabialis inferior liefert an seinem oberen Rande Fasern, die sich auf den Ohrknorpel fortsetzen und hier als ein ursprünglich einheitlicher Muskel den M. tragicus und M. antitragicus umfassen. In ähnlicher Weise vom M. auriculolabialis superior abgegliederte Muskeln sind nach Ruge's Meinung die Mm. helicis major, helicis minor und tragohelicinus, welche einem M. depressor helicis entstammen sollen. Der M. frontotemporoauricularis endlich liefert den M. auricularis superior und M. auricularis anterior. Ich habe darauf aufmerksam gemacht, daß man bei der morphologischen Beurteilung der Ohrmuskeln der Thatsache Rechnung tragen müsse, daß die Spina helicis des Ohrknorpels ein ursprünglich selbständiges Knorpelstück darstellt, welches dem Scutulum der Ungulaten, Carnivoren und anderer Säuger entspricht; dies Scutulum steht aber bei den betreffenden Tieren durch einen komplizierten Muskelapparat mit der Umgebung und mit dem Hauptknorpel in Verbindung. Tritt eine Verschmelzung des Scutulum

mit dem Hauptknorpel ein, so muß natürlich auch eine Reduktion im Gebiet der vom Scutulum zum Hauptknorpel ziehenden Muskeln sich einstellen. Bei Berücksichtigung dieser Momente ergiebt sich nun, unbeschadet der von Ruge aufgestellten Platysma-Gebiete, folgende natürliche Einteilung der Ohrmuskeln:

I. Muskeln, welche vom Kopfe direkt zum Hauptknorpel ziehen. Hierzu gehören:
   1) M. auricularis posterior.
   2) M. auricularis superior und anterior (im Ruge'schen Sinne) und M. auricularis anterior profundus zum Teil.

II. Muskeln, welche vom Kopfe zur Spina (Scutulum) ziehen. Hierzu gehört nur noch:
   M. auricularis anterior profundus zum Teil.

III. Muskeln, welche von der Spina (Scutulum) zum Hauptknorpel ziehen:
   1) M. helicis major.
   2) M. tragohelicinus s. pyramidalis.

IV. Mm. auriculares proprii, welche dem Hauptknorpel allein angehören:
   {1) M. transversus auriculae.
   {2) M. obliquus auriculae.
   3) M. antitragicus.
   4) M. tragicus.
      a) Transversale Fasern.
      b) Vertikale Fasern.
   5) M. incisurae Santorini.
   6) M. helicis minor.

Unter diesen zuletzt aufgeführten Mm. auriculares proprii bilden 4 b) die vertikalen Fasern des M. tragicus und 5) M. incisurae Santorini ein eigenartiges Gebiet, ein parallel der Achse des Gehörgangsknorpels verlaufendes System, das sich höchstwahrscheinlich von dem Gehörgangsmuskel niederer Säugetiere ableitet. Mit der Verschmelzung der ursprünglich selbständigen Knorpelringe des Gehörgangsknorpels mußten auch Reduktionen in seinem Muskelapparat auftreten. Inbetreff der Auffassung des M. antitragicus sowie der transversalen Fasern des M. tragicus schließe ich mich jetzt an Ruge an.

Noch weiter zurückgebildet als beim Menschen sind die kleinen Muskeln der Ohrmuschel bei den Anthropoiden, am meisten beim Orang, wo sich überhaupt keine Spuren mehr nachweisen lassen. Beim Gorilla fehlt das System des M. tragoantitragicus, während sich ein M. helicis minor (Ehlers) und als Aequivalent des M. transversus und obliquus auriculae ein M. auriculae proprius posterior (Ruge) nachweisen lassen. Beim Chimpanse fand ich einen gut ausgebildeten M. antitragicus (Fig. 9 *5*) und einen M. helicis minor, aber keinen M. tragicus und helicis major. Ruge konnte beim Chimpanse nur mikroskopisch Spuren des M. tragoantitragicus nachweisen, während er den M. auriculae proprius posterior wohl entwickelt fand.

Wenn somit die Ohrmuskeln der Säugetiere und zwar sowohl die vorderen wie hinteren als Derivate des Platysma anzusehen sind, so müssen sie doch nach Killian, wie Untersuchungen an Amphibien und Reptilien ergaben, in letzter Instanz aus der Zungenbeinmuskulatur hergeleitet werden; auch der hinter dem Ohre gelegene Teil des Platysma,

die occipitale Platysmaportion, die bei Reptilien (Sauriern und Schildkröten) und Vögeln vorkommt, ist nichts weiter als die hintere oberflächliche Schicht des dorsalen Abschnittes der Hyoidbogenmuskulatur. Bei den Krokodilen findet sich als Rest derselben ein kräftiger Heber der Ohrklappe (Levator auriculae); nach innen davon findet sich überdies noch ein besonderer M. depressor auriculae. Auch bei den Eulen lassen sich äußere Ohrmuskeln nachweisen.

Was die Wirkung der kleinen Eigenmuskeln des menschlichen Ohres betrifft, so haben Duchenne und Ziemssen mittelst isolierter elektrischer Reizung festgestellt, daß der M. tragicus und antitragicus den Eingang zum Gehörgang verengern. Duchenne bezeichnet deshalb den M. tragicus als M. constrictor superior conchae, den M. antitragicus als M. constrictor inferior conchae. Sie sollen sich bei heftigen Geräuschen (z. B. Kanonenschüssen) reflektorisch kontrahieren und dadurch einen Teil der Schallwellen abhalten. Die Mm. helicis major und minor betrachtet Duchenne als Antagonisten der vorigen; sie heben den aufsteigenden Teil der Helix und sollen dadurch begünstigend für den Zutritt der Schallwellen wirken. Häufig erhielt Duchenne gar keine Wirkung bei elektrischer Reizung, was auf ein Fehlen dieser Muskeln zu deuten ist — Die auf der konvexen Seite der Ohrmuschel befindlichen Mm. obliquus und transversus auriculae werden bei ihrer Kontraktion eine geringe Abflachung der Ohrmuschel herbeiführen können.

4) Haut der Ohrmuschel.

Die Haut der Ohrmuschel verhält sich auf der konvexen medialen und der konkaven lateralen Fläche etwas verschieden. Auf ersterer ist sie durch ein an elastischen Fasern reiches subkutanes Gewebe derart an den Knorpel geheftet, daß sie sich namentlich am oberen und unteren Ende des Ohres etwas auf ihrer Unterlage verschieben läßt. An der konkaven Fläche ist sie dagegen straff und unverschiebbar mit dem Perichondrium verbunden. Dementsprechend ist auch die Verbreitung von Fettgewebe sehr verschieden. In der Cymba conchae, an den tiefsten Stellen der Concha propria, auf dem Crus anthelicis inferius, dem Gipfel der Anthelixfalte und der medialen Fläche des Tragus fehlt das Fett vollständig; auch an beiden Abhängen der Anthelixfalte, in der Fossa navicularis und triangularis sowie im übrigen Gebiet der Concha propria ist es nur spärlich vorhanden (Tataroff). Dagegen schließt das Unterhautbindegewebe der konvexen Fläche reichlich Fetttträubchen ein; auch auf der lateralen freien Fläche der aufsteigenden Helix, auf der lateralen Fläche des Tragus und Antitragus ist Fett reichlich vorhanden; von der lateralen Fläche der genannten drei Bezirke setzt sich das Fett noch auf eine kurze Strecke der sonst fettfreien medialen Fläche fort. Besonders reichlich ist endlich das Fettgewebe im knorpelfreien Ohrläppchen entwickelt. — Die elastischen Fasern des subkutanen Gewebes hängen mit denen des Perichondriums und Knorpels kontinuierlich zusammen. Epidermis und Cutis verhalten sich auf der konvexen Fläche der Ohrmuschel im wesentlichen wie die der benachbarten Haut; die papillären Erhebungen der Cutis sind niedrig. Feine Härchen mit den dazu gehörigen Talgdrüsen, sowie kleine Schweißdrüsen sind über diese Oberfläche zerstreut. — Auf der konkaven Fläche ist die ganze Haut viel zarter, die Epidermis sehr dünn, läßt aber immer ein sich leicht abschuppendes Stratum corneum erkennen.

Papilläre Erhebungen der Cutis sind spärlich und niedrig, stellenweise kaum angedeutet. Feine Härchen finden sich auch hier, aber nur in den Gebieten, in welchen sich etwas Fett abgelagert hat; sie fehlen nach TATAROFF auf dem Crus anthelicis inferius, im Gebiete der Fossa triangularis und der Cymba conchae. Besonders reichlich und von ansehnlicher Länge finden sich die Haare am Tragus, Antitragus und in der Incisura intertragica. Sie werden hier als Bockshaare (tragi s. hirci barbula) bezeichnet und zeigen namentlich beim männlichen Geschlecht und im höheren Alter häufig eine stärkere Entwickelung. Mit den Haaren sind Haarbalgdrüsen verbunden, welche namentlich in der Cavitas conchae gut entwickelt sind; ihre mit den feinen Härchen gemeinschaftlichen Mündungen erscheinen hier meist schon dem unbewaffnetem Auge als feine Poren sichtbar. Dieselben können sich verstopfen und den Comedonen der Nasenhaut ähnliche Bildungen erzeugen. In diesen Talgpfröpfen ist auch die Haarbalgmilbe gefunden worden (HENLE). Schweißdrüsen fehlen im größeren Teile der lateralen Ohrmuschelfläche; TATAROFF fand sie jedoch auch hier in einzelnen Bezirken, nämlich auf der lateralen Fläche des Antitragus, auf dem Lobulus auriculae und dem vorderen Abhange des untersten Teiles der Anthelix. Am Eingange zum äußeren Gehörgange treten sie in modifizierter Form und von besonderer Größe wieder auf als sog. Ohrenschmalzdrüsen (s. unten).

II. Der äussere Gehörgang (Meatus auditorius externus).

A. Gestalt, Dimensionen, Lage, Verlauf.

Der äußere Gehörgang erstreckt sich von der Cavitas conchae bezw. der Incisura intertragica bis zur äußeren Fläche des Trommelfells. Er besteht aus einem äußeren, durch den Gehörgangsknorpel gestützten Abschnitt (knorpeliger Gehörgang, Pars cartilaginea, *Meatus acusticus externus cartilagineus*) und einem inneren knöchernen Teile (knöcherner äußerer Gehörgang, Pars ossea, *Meatus acusticus externus osseus*). Beide sind durch derbes, an elastischen Fasern reiches Bindegewebe untereinander in Verbindung gesetzt; ein solches festes Bindegewebe bildet auch die Grundlage der Wand im Knorpelgebiet da, wo der Knorpel fehlt, also an der hinteren und zum Teil oberen Wand des knorpeligen Gehörganges, und setzt sich andererseits in die als Ligg. auriculare anterius, superius und posterius beschriebene Fasermasse kontinuierlich fort (s. oben S. 150). Man hat diese die Knorpelrinne zum Rohr schließenden und die Verbindung mit dem knöchernen Gehörgang vermittelnden Bindegewebsmassen nach dem Vorgange von SAPPEY wohl auch als eine besondere Pars fibrosa des äußeren Gehörganges beschrieben.

1) Knöcherner Gehörgang.

Ueber die Art und Weise der Beteiligung des Gehörgangsknorpels an der Umgrenzung des äußeren Gehörganges ist bereits oben (S. 147)

berichtet worden. Hier sind an der Hand der Fig. 24 einige den knöchernen Gehörgang betreffende Verhältnisse zu beschreiben. Das Dach des knöchernen Gehörganges wird beim Erwachsenen von einem Teil der Schuppe des Schläfenbeins, dem eigentlichen Os squamosum, gebildet, der Boden sowie die vordere und hintere Wand vom Os tympanicum. Betrachtet man am isolierten Schläfenbein die Horizontale als etwa durch den oberen Rand des Processus zygomaticus markiert, so reicht das Tympanicum an der vorderen Wand des knöchernen Gehörgangs bis zu dessen Dach, an der hinteren Wand aber nur etwa bis zur Hälfte dieser hinteren Wand herauf, so daß

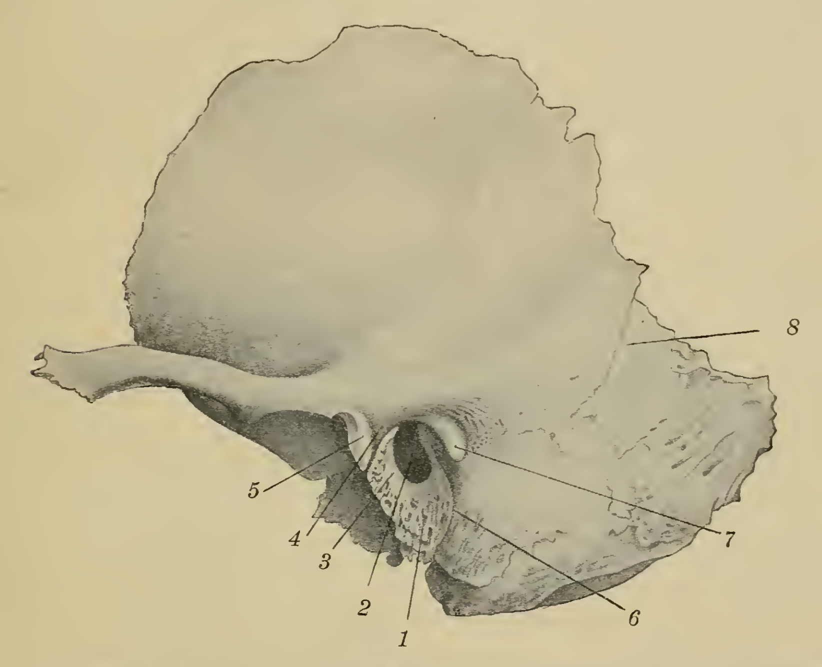


Fig. 24. Schläfenbein eines Erwachsenen zur Demonstration der Umgebung des Porus acusticus externus. *1* Porus acusticus externus, *2* rauhe Facies triangularis des Os tympanicum, *3* vorderer lateraler Rand des Os tympanicum, durch *4*, den unteren Fortsatz des Tegmen tympani, von *5*, dem Processus articularis posterior, getrennt; zwischen *3* und *4* die Fissura petrotympanica, zwischen *4* und *5* die Fissura petrosquamosa, *6* Fissura tympanomastoidea, *7* Tuberculum supra meatum mit grubiger Vertiefung darüber, *8* Rest der Sutura squamosomastoidea.

der obere Teil der letzteren noch vom Squamosum gebildet wird. Eine vielfach sehr deutliche Fissur bildet an der hinteren Wand des Meatus osseus die Grenze beider Abschnitte und geht, am Mündungsrande angekommen, abwärts in die zwischen Tympanicum und Processus mastoideus befindliche Fissura tympanomastoida über (Fig. 24 *6*). Auch an der Grenze der oberen und vorderen Wand des knöchernen Gehörganges findet sich entsprechend der Anlagerung des Tympanicum eine feine Fissur, welche an der äußeren Mündung in die unmittelbar vor dem Tympanicum herabziehende Fissura petrotympanica übergeht (Fig. 24 zwischen *3* und *4*). Unmittelbar nach vorn davon findet sich ein von oben her aus dem Gebiet

der Wurzel des Jochfortsatzes bezw. des Tegmen tympani herabgeschobener schmaler, nach abwärts blattartig zugeschärfter Fortsatz (Fig. 24 *4*), der untere Fortsatz des Tegmen tympani von Kirchner, und vor ihm ein der hinteren Wurzel des Jochfortsatzes angehöriger Höcker, Processus articularis posterior (Fig. 24 *5*), vom vorigen durch eine Furche getrennt, die in der Tiefe in die Fissura petrosquamosa (Fig. 24 zwischen *4* und *5*) übergeht, so daß sich der untere Fortsatz des Tegmen tympani von oben her keilförmig zwischen die Fissura petrosquamosa und petrotympanica einschiebt, die letzteren also unterhalb seiner freien Kante sich zu einer gemeinsamen Spalte vereinigen. Sowohl der untere Fortsatz des Tegmen tympani als der Processus articularis posterior variieren sehr an Ausbildung. Ist letzterer schwach entwickelt, so kann er mit ersterem vollständig verschmolzen sein und nur eine seichte Rinne noch die ursprüngliche Trennung andeuten; dabei kann die Fissura petrotympanica noch persistieren, wie in Merkel's Figur 251, in welcher der als Processus articularis posterior bezeichnete Teil diesem und dem unteren Fortsatz des Tegmen tympani zusammen entspricht.

Der Rand des *Porus acusticus externus* ist, soweit er dem Os tympanicum angehört, rauh und verbreitert sich unten zu einer rauhen, dreiseitigen Knochenfläche (Facies triangularis; Fig. 24 *2*), an welche sich in der oben S. 147 beschriebenen Weise der Processus triangularis des Gehörgangsknorpels anlegt. — Da, wo der obere, vom Squamosum gebildete Rand des Porus acusticus externus in den hinteren Rand umbiegt, befindet sich über ihm in der Mehrzahl der Fälle (82 Proz. beiderseits nach Kiesselbach) ein dem Rande paralleler Knochenwulst oder auch eine leichte Knochenleiste, Tuberculum s. Spina supra meatum (Bezold; Fig. 24 *7*). Ueber derselben, seltener anstatt derselben, trifft man eine mehr oder weniger entwickelte Vertiefung, Foveola spinae (Fig. 24 über *7*). Die Spina supra meatum ist von Bezold und Kiesselbach zur Bestimmung der Lage des Antrum mastoideum benutzt worden, worüber in dem betr. Abschnitt dieses Handbuches nachzusehen ist.

Was die Form des knöchernen äußeren Gehörganges bei verschiedenen Rassen betrifft, so konstatierte Ostmann, daß bei dolichocephalen Rassen (Neger, Oceanier, Australier, Eskimos) die Form des Einganges zum äußeren Gehörgang eine mehr kreisförmige ist, indem hier der vertikale Durchmesser nur um ein Geringes den horizontalen übertrifft. Außerdem ist die Oeffnung sehr geräumig, soll 18 mm im vertikalen, 15 mm im horizontalen Durchmesser betragen (Schädel eines Uniamwesi-Negers). Bei brachycephalen Rassen (Mongolen, Chinesen, Japaner) findet Ostmann die Oeffnung mehr „länglich-oval", den Höhendurchmesser nahe doppelt so groß als den Querdurchmesser.

Auf das häufige Vorkommen von Exostosen des äußeren knöchernen Gehörganges bei Alt-Peruanern hat Seligmann zuerst hingewiesen, nachdem zuvor Zschokke auf die Häufigkeit von Exostosen an den Knochen von Alt-Peruanern überhaupt aufmerksam gemacht hatte. Später haben Welcker, Virchow und neuerdings Ostmann sich mit der Frage beschäftigt. Unter einem Material von 2633 Schädeln der verschiedensten Menschenrassen fand Ostmann nur 16-mal Exostosen des äußeren Gehörganges, darunter 13 bei Amerikanern (12 Peru, 1 Mexiko), 2 bei Oceaniern und 1 bei einem Alt-Aegypter. Nie wurden Exostosen bei Negern,

Asiaten und Europäern gefunden. Von 245 Peruanerschädeln zeigten 39 Exostosen, und zwar stammten diese Schädel fast ausnahmslos von der Küste (Ancon etc.). Als direkte Ursache ist die künstliche Deformierung zurückzuweisen, da auch nicht deformierte Schädel derartige Exostosen zeigen (Virchow). Ostmann meint, daß die brachycephale Schädelform, welche ein hohes schmales Gehörgangslumen bedingt, sowie eine gegebene Neigung zu excessivem Knochenwachstum das so auffallend häufige Vorkommen von Exostosen des äußeren Gehörganges bei den alten Peruanern erklären lasse. Die Brachycephalie derselben stehe aber in Beziehung zu der fronto-occipitalen künstlichen Schädeldeformation, so daß letztere als mittelbare Ursache nicht ganz von der Hand zu weisen sei. — Der Sitz dieser Exostosen sind ausschließlich die Ränder des Os tympanicum.

2) Gehörgangsöffnung.

Um den Verlauf und die Dimensionen des äußeren Gehörganges befriedigend beschreiben zu können, hat man zunächst festzustellen,

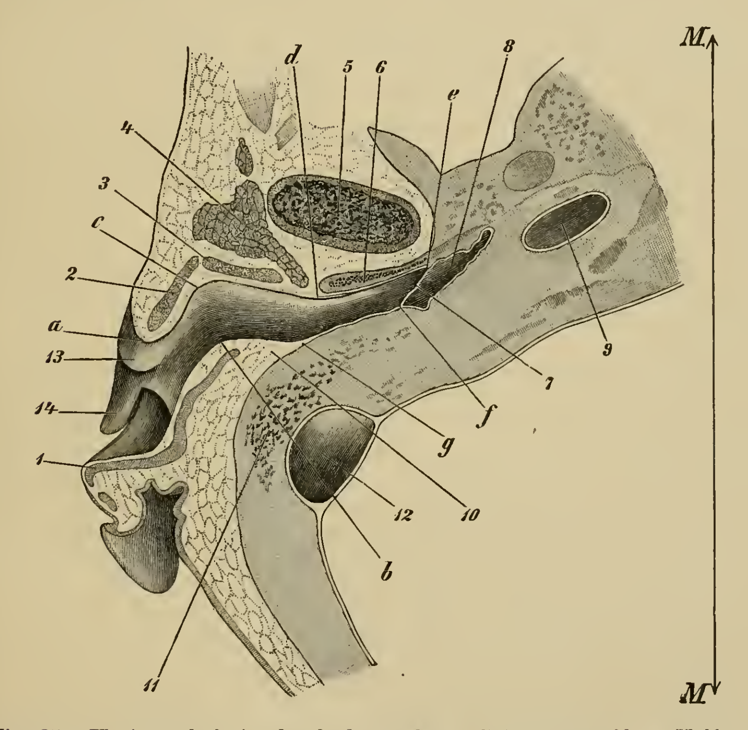


Fig. 25. Horizontalschnitt durch den äußeren Gehörgang. Obere Hälfte, Ansicht von unten. Nat. Größe. Rechts ist die Medianebene markiert (*M*, *M*), um die Schnittfigur richtig orientieren zu können. *ab* äußere Mündung des äußeren Gehörganges nach der im Text vorgetragenen Auffassung, *acdgb* knorplig-fibröser Teil, *defg* knöcherner Teil des äußeren Gehörganges. *1* Ohrmuschelknorpel im Gebiet der Anthelix und Concha, *b* seine nach vorn vorspringende Kante; *2* Tragusplatte; *3* übriger Teil des knorpligen Gehörganges, über *c* Incisura Santorini major; *4* Parotis; *5* Kopf des Unterkiefer-Condylus; *6* Os tympanicum, vordere Wand des knöchernen Gehörganges; *7* Trommelfell; *8* Paukenhöhle; *9* Carotis interna; *10* Pars fibrosa der hinteren Wand des Gehörganges; *11* Cellulae mastoideae; *12* Sinus transversus; *13* Tragus; *14* Helix ascendens.

was man als äußere oder laterale Mündung des äußeren Gehörganges anzusehen hat. Man hat diese Mündung früher gewöhnlich in eine nahezu sagittale Ebene verlegt, deren Lage durch den vorspringenden vorderen Rand der Cavitas conchae bestimmt ist. Auf Horizontalschnitten entspricht diese Mündung der Stelle der ersten Knickung, also der durch *c* und *b* in Fig. 25 gelegten Vertikalebene, welche nicht genau sagittal steht, sondern nach hinten ein wenig gegen die Medianebene konvergiert. Bei dieser Abgrenzung würde die Tragusplatte, die, wie oben S. 144 beschrieben ist, unzertrennlich in ihrer Totalität zum Gehörgangsknorpel gehört, dem Gehörgange entzogen sein. Viel natürlicher ist es deshalb, mit Bezold die Tragusplatte vollständig dem äußeren Gehörgange zuzurechnen. Es entspricht also vorn der freie Rand der Tragusplatte, unten die Incisura intertragica und der Isthmus dem Mündungsrande des äußeren Gehörganges. Oben bezeichnet den Mündungsrand die Anlagerungsstelle des Tragus an das Crus helicis, hinten ein von letzterem nach abwärts verlaufender, bald mehr, bald weniger ausgeprägter Wulst (Limen conchae, s. oben S. 119), welcher dem vorderen Rande des eigentlichen Muschelknorpels entspricht. Nach dieser Definition, die in dem ganzen Aufbau der Ohrmuschel und des äußeren Gehörganges gerechtfertigt ist, reicht also die hintere Wand des äußeren Gehörganges nicht so weit nach außen, wie die vordere; eine durch den vorderen und hinteren Rand gelegte vertikale Ebene (Fig. 25 *ab*) steht demnach nicht sagittal, sondern nahezu frontal. Da die Tragusplatte aber bald mehr, bald weniger weit ihren freien Rand nach hinten schiebt, so kommen hier individuelle Verschiedenheiten vor: bald wird die Oeffnung des Gehörganges bei Betrachtung von außen vollständig vom Tragus verdeckt, jene Ebene ist rein frontal; bald ist von außen der hintere Rand der Oeffnung frei, so daß jene Frontalebene etwas nach hinten medial abweicht.

Merkel ist anderer Ansicht. Er sagt: „Jeder Horizontalschnitt lehrt, daß die Tiefe der Fossa conchae schon als Gehörgang zu betrachten ist. Es ist dies an allen guten Abbildungen zu sehen.“ Er knüpft daran eine Anmerkung, welche besagt, daß die Abbildungen, welche ich in meinem Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane vom Horizontalschnitt und Frontalschnitt des Ohres gegeben, weder naturgetreu noch als Schema zulässig seien. Diesem harten Urteil fügt er noch die Bemerkung hinzu, daß überhaupt „fast alle Durchschnitte in dem vermutlich viel verbreiteten Buche unzulänglich und geeignet sind, fehlerhafte Vorstellungen zu erwecken“. Was in „fast allen“ diesen Durchschnitten fehlerhaft und unzulänglich sei und welche wenigen Durchschnitte vor seinen Augen Gnade finden, sagt er nicht. Ich kann also nicht im einzelnen diesen allgemein gehaltenen Tadel hier als unberechtigt zurückweisen, da ich nicht weiß, auf welche etwaigen Fehler sich derselbe bezieht. Auf die beiden ebenfalls von Merkel getadelten Abbildungen eines Horizontal- und Vertikalschnittes des äußeren Gehörganges muß ich aber kurz eingehen. Merkel's am Anfang dieser Anmerkung aufgestellte Satz, jede gute Abbildung zeige, daß „die Tiefe der Fossa conchae“ schon als Gehörgang zu betrachten sei, und der unmittelbar in der Anmerkung daran geknüpfte Tadel über meine bezüglichen Schnitt-Abbildungen könnten die Meinung erwecken, daß an meinem Horizontalschnitt dies nicht zu sehen sei. Das ist aber nicht richtig. An

meinem Horizontalschnitt, den ich inzwischen wiederum sorgfältig mit dem Original verglichen habe, ist dasselbe zu sehen in derselben, nur individuell etwas abweichenden Weise, wie bei MERKEL. Auf unwesentliche Differenzen komme ich unten zurück. Es erscheint an diesem Präparat und der naturgetreuen Zeichnung in derselben Weise wie bei MERKEL „die Tiefe der Fossa conchae in der Fortsetzung der hinteren Wand des Gehörganges". Es handelt sich also lediglich um die Auffassung der Grenzen des Gehörgangsknorpels gegen die Muschel, nicht um verschiedene Bilder oder sachlich verschiedene Beschreibung. Von meiner Auffassung aber, daß bei *b* Fig. 25 an dem von mir so genannten Limen conchae die hintere Grenze der Mündung des äußeren Gehörganges gelegen sei, kann ich nicht abgehen. Mit MERKEL's Angabe, daß „die Tiefe der Fossa conchae schon als Gehörgang zu betrachten sei", ist doch keine scharfe Grenze gegeben. Da bleibt es unentschieden, wie weit wir die Fossa conchae hinzurechnen sollen; mit demselben Recht müßte man dann die hintere Begrenzung derselben durch die Anthelix hinzurechnen und auf ihren Kamm den Ausgangspunkt für die Messung der Länge der hinteren Wand verlegen. Dann hat es aber überhaupt keinen Sinn mehr, Ohrmuschel und äußeren Gehörgang, die systematisch zusammengehören, topographisch zu unterscheiden. Eine solche topographische Abgrenzung ist aber trotzdem notwendig; wenn dies anerkannt wird, so bleibt keine andere Möglichkeit, als das Limen conchae, welches dem vorderen, durch die tiefe Incisura terminalis vom Gehörgangsknorpel getrennten Rande des Muschelknorpels entspricht, als eine solche Grenze zu bezeichnen, da eine gleich natürliche Grenzmarke nirgends sonst zu finden ist.

3) Verlauf.

Aus der von mir gegebenen Abgrenzung des äußeren Gehörganges gegen die Ohrmuschel ergiebt sich nun, daß die vordere und untere Wand des äußeren Gehörganges weiter lateralwärts vordringen, als die hintere und obere. Dies Verhältnis wird zu Ungunsten der hinteren und oberen Wand noch dadurch vergrößert, daß auch die Ebene des medialen (inneren) Abschlusses des äußeren Gehörganges, welche dem Trommelfell entspricht, keine sagittale ist. Wie aus dem Abschnitt über das Trommelfell zu ersehen ist, hat dies eine starke Neigung nach unten und vorn; die Trommelfellebene bildet 1) mit der Horizontalebene einen lateralwärts offenen Winkel von etwa 45—55°; 2) würden die beiden Trommelfellebenen nach vorn verlängert, so würden sie sich in der Medianebene unter einem hinten offenen Winkel von etwa 100° schneiden. Es dringt demnach der untere und vordere Rand des Trommelfells weiter medianwärts vor, als der obere und hintere, woraus sich ergiebt, daß sich auch die vordere und untere Wand des äußeren Gehörganges medianwärts weiter erstrecken müssen, als die hintere und obere, also letztere bedeutend an Länge übertreffen.

Der Verlauf des äußeren Gehörganges ist im allgemeinen horizontal von lateralwärts nach medianwärts gerichtet; doch ist derselbe durchaus nicht geradlinig, sondern durch Knickungen und spirale Drehung kompliziert. Auch ist der Querschnitt an verschiedenen Stellen von verschiedener Form und Größe. Um genaue Auskunft über den Verlauf zu erhalten, müssen drei verschiedene Präparate

beschrieben werden: 1) ein Horizontalschnitt, 2) ein Vertikalschnitt und 3) ein Ausguß des äußeren Gehörganges.

a) Horizontalschnitt.

Wenn vorhin auch die allgemeine Verlaufsrichtung des äußeren Gehörganges annähernd als eine rein transversale bezeichnet wurde, so lehrt ein Horizontalschnitt (Fig. 25) des genaueren, daß eine horizontale gerade Linie, welche Anfang und Ende der vorderen Wand des äußeren Gehörganges ohne Rücksicht auf deren Biegungen verbindet, mit der Medianebene einen hinten offenen Winkel von 75—80° bildet. Dies ist aber zugleich die Verlaufsrichtung der Achse des Meatus externus osseus. Daraus ergiebt sich, daß reine Frontalschnitte durch den Kopf diese Achse des äußeren Gehörganges unter einem spitzen Winkel schneiden, also als Vertikalschnitte unzweckmäßig gewählt sind. Ich werde deshalb in der Folge nicht von einem Frontalschnitt, sondern von einem vertikalen Längsschnitt des Gehörganges sprechen.

Ein Horizontalschnitt (Fig. 25) lehrt über den Verlauf des äußeren Gehörganges ferner, daß derselbe im allgemeinen ein S-förmiger ist. Es lassen sich leicht drei verschieden gerichtete Abschnitte, welche mittels zweier Biegungen bezw. Knickungen aufeinander folgen, unterscheiden. Der erste Abschnitt (*ac* Fig. 25) weicht aus der transversalen Richtung stark nach vorn ab, der zweite (*cd* bezw. *bg* Fig. 25) verläuft, wenigstens in seiner hinteren Wand, im allgemeinen rein transversal, und der dritte (*de* oder *gf* Fig. 25) wendet sich wiederum nach vorn. Die stärkste Knickung liegt an der Grenze des ersten und zweiten Abschnittes bei *c*; sie bildet etwa einen Winkel von 105°; schwächer ist die zweite Krümmung (bei *d* bezw. *g*); sie befindet sich an der Grenze zwischen knorpeligem und knöchernem Gehörgang und entspricht etwa einem Winkel von 155°, der an der hinteren Wand meist schärfer angedeutet ist. Der erste Abschnitt des äußeren Gehörganges hat als vordere (laterale) Begrenzung die Tragusplatte, welche, nach vorn verlängert, die Medianebene etwa unter einem hinten offenen Winkel von 30° schneiden würde. Die Umbiegungsstelle zum zweiten Abschnitt entspricht hier der lateralen Incisura Santorini major (Fig. 25 bei *c*). Eine hintere Wand kommt diesem Abschnitt nach der oben gegebenen Definition nicht zu. Die zwischen *a* und *b* Fig. 25 gelegene wahre Eingangsöffnung ist nach hinten gegen die Cavitas conchae gerichtet; die Durchschnittslinie der letzteren verläuft an Horizontalschnitten bis zur Basis der Anthelix hin in der Richtung der Tragusplatte nach hinten, um sich in der Anthelixfalte direkt nach außen (lateral) zu wenden. — Der zweite Abschnitt (*bcdg* Fig. 25) hat an seiner hinteren Wand, wie schon erwähnt, einen nahezu transversalen Verlauf, während die vordere Wand etwas von der transversalen nach hinten abweicht (Winkel von 100°). Die vordere Wand dieses Abschnittes ist länger, als die hintere, umfaßt den medianwärts von der Tragusplatte befindlichen Teil des Gehörgangsknorpels und entspricht an der Uebergangsstelle einem rein bindegewebigen Abschnitt (Bindegewebspolster, Bezold; Fig. 25 bei *d*), welcher von Bezold bereits zum dritten Abschnitt gerechnet wird. Die kürzere hintere Wand dieses zweiten Abschnittes reicht von dem Vorsprung des freien vorderen Randes der Cavitas conchae (bei *b* Fig. 25) bis zum Beginn des knöchernen Gehörganges. Es besteht somit die ganze

hintere Wand dieses Abschnittes (*bg* Fig. 25) lediglich aus dem fibrösen Bindegewebe, welches mit dem Lig. auriculare posterius kontinuierlich ist. Man könnte hier mit Recht von einer Pars fibrosa des äußeren Gehörganges reden. — Der dritte Abschnitt endlich, welcher sich wieder nach vorn wendet, und zwar so, daß seine vordere Wand etwa einen hinten offenen Winkel von 75° mit der Medianebene bildet, umfaßt den ganzen knöchernen Gehörgang. Bezold rechnet zu ihm aber ferner das an der Uebergangsstelle zum knorpeligen Gehörgang gelegene fibröse Polster bei *d* Fig. 25. Aus der auf dem Horizontalschnitt ersichtlichen Verbindungsweise des knorpeligen und knöchernen Gehörganges folgt, daß diese Verbindung vorn (bei *d* Fig. 25) eine viel festere ist, als hinten (Strecke *bg* Fig. 25). Die fibröse Strecke *bg* des zweiten Abschnittes der hinteren Wand ist nachgiebig genug, um zu gestatten, daß man die Muschel leicht nach hinten und oben ziehen kann. Durch diese Bewegung aber gelingt es, den starken Vorsprung des Concha-Randes (bei *b* Fig. 25) abzuflachen, die erste Knickung des äußeren Gehörganges mehr oder weniger auszugleichen und somit die tieferen Teile des Gehörganges der Untersuchung zugänglicher zu machen.

Die Horizontalschnitte, welche von verschiedenen Autoren beschrieben und abgebildet sind, werden immer geringe Abweichungen im Einzelnen ergeben, weil der Verlauf des äußeren Gehörganges erstlich individuell Verschiedenheiten aufweisen kann, und weil zweitens eine geringe Neigung der Schnittebene gegen die Horizontale sowie bei rein horizontaler Schnittrichtung eine etwas höhere oder tiefere Lage der Schnittebene im Gehörgangsgebiet Verschiedenheiten in den Biegungen hervorrufen muß. Man könnte deshalb der Meinung sein, Horizontalschnitte gegenüber Metallausgüssen als minderwertig zurückzustellen. Indessen sind letztere auch nicht ganz vorwurfsfrei. Wie eine Vergleichung des horizontalen Projektionsbildes eines Metallausgusses (Fig. 28) mit dem von mir abgebildeten Horizontalschnitt ergiebt, sind am Metallausguß die Knickungen, besonders die zweite an der Grenze des knöchernen Gehörganges, viel stärker ausgeprägt. Mein Horizontalschnitt ergiebt an letzterer Stelle vorn nur eine sanfte Biegung, der von Merkel abgebildete nahezu gar keine Veränderung der allgemeinen Verlaufsrichtung, nur einen leichten Vorsprung der vorderen Wand. Ich glaube, daß bei der Herstellung der Metallausgüsse die Krümmungen, besonders die an der Grenze zwischen knorpeligem und knöchernem Gehörgang befindlichen, künstlich gesteigert werden können durch die Schwere des Metalls, welche von außen her durch Erfüllung des Muschelhohlraumes den knorpeligen Gehörgang zusammenschiebt. Eine Beschreibung der Ausgußpräparate wird unten folgen.

b) Vertikaler Längsschnitt.

Ein solcher darf aus den oben erwähnten Gründen kein reiner Frontalschnitt sein, sondern muß mit der Medianebene einen nach hinten offenen Winkel von 75—80° bilden. Wegen der starken Knickungen in der Horizontalebene ist es hier aber ungleich schwieriger, genau in der Richtung übereinstimmende Schnitte zu gewinnen; es weichen deshalb die einzelnen bisher publizierten vertikalen Längsschnitte oft nicht unerheblich voneinander ab. Sie finden im Projektionsbild der hinteren Ansicht des genau vertikal orientierten Metallausgusses sehr leicht eine Korrektur. Dies, sowie entsprechende

vertikale Längsschnitte lehren nun, daß die o b e r e Wand im allgemeinen am wenigsten von der horizontalen Richtung abweicht. Erst unweit des knöchernen Gehörganges beginnt die obere Wand sich etwas aus der Horizontalebene nach oben zu wölben (bei *1* Fig. 27); diese Wölbung nimmt gegen das Trommelfell wieder ab. In das letztere aber geht die Schnittlinie der oberen Wand beinahe in derselben Flucht über derart, daß an Ausgüssen der oberhalb des Umbo befindliche Teil des Trommelfells nahezu horizontal verläuft. Im äußeren Abschnitt des vertikalen Längsschnittes erscheint der Durchschnitt des auf die obere Wand des äußeren Gehörganges übergebogenen Teiles der Tragusplatte (Fig. 26 *1*). Im Projektionsbilde der hinteren Ansicht des Metallausgusses (Fig. 27) liegt der Anfang des knöchernen Gehörganges bei *1*, der obere Rand des Trommelfells bei *3*. — Die u n t e r e Wand hat im Gegensatz zur oberen einen im allgemeinen a n s t e i g e n d e n Verlauf, so daß beide Wände miteinander nach einwärts konvergieren. Verfolgen wir die untere Wand von der Incisura intertragica aus nach innen, so haben wir im Anfang eine individuell variable, manchmal kaum ausgesprochene, leicht muldenförmige Vertiefung, welche dem Isthmus des Ohrknorpels entspricht. Dann steigt die untere Wand in nach oben konkaver Biegung (Fig. 27 *6*) allmählich an bis in geringe Entfernung vom Anfang des knöchernen Gehörganges; hier bemerkt man eine leichte konvexe Vorwölbung des Bodens (Fig. 27 7), welche, wie der Vertikalschnitt (Fig. 26) erweist, der Spalte zwischen der Mittelspange und dem Basalstück des Gehörgangsknorpels entspricht. Am Anfang des knöchernen Gehörganges befindet sich dann eine zweite Einbiegung des Bodens (Fig. 27 *8*), aus der sich endlich ein ausschließlich dem Meatus osseus angehöriger, nach oben konvexer Bogen (Fig. 27, zwischen *8* und *5*) entwickelt, der sich nach dem unteren Ende des Trommelfells zu wiederum etwas herabsenkt. Sieht man von dem der Incisura intertragica und dem Isthmus angehörigen kurzen Anfangsstück ab, so kann man den Längsschnitt der unteren Wand im allgemeinen als eine medianwärts ansteigende, nach oben-lateral leicht konvexe Linie bezeichnen, deren an der Verbindung des knorpeligen mit dem knöchernen Teile des Gehörganges gelegener Gipfel einen nach oben konkaven Eindruck erkennen läßt. Dieser Eindruck ist als eine Ausbuchtung der unteren Wand an Ausgüssen des Gehörganges besonders deutlich (Fig. 27 *8*).

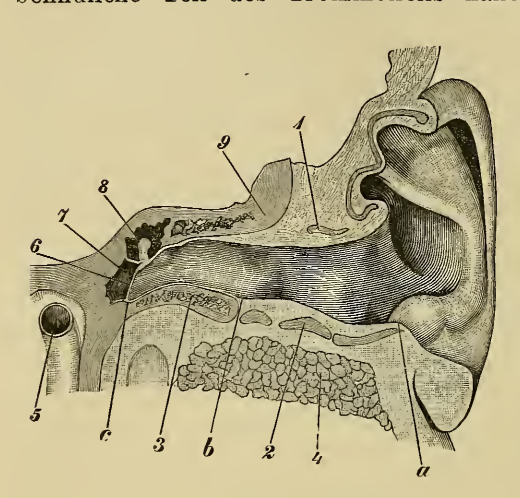


Fig. 26. Vertikalschnitt durch den äußeren Gehörgang. Links, hintere Schnittfläche von vorn gesehen. *ab* knorpliger, *bc* knöcherner Gehörgang. *1* Tragusplatte, *2* Boden des knorpeligen Gehörganges mit SANTORIN'schen Spalten, *3* Os tympanicum, *4* Parotis, *5* Carotis interna, *6* Trommelfell, *7* Paukenhöhle, *8* Hammer, *9* Os squamosum, *10* Crus anthelicis inferius.

Eine besondere Eigentümlichkeit bleibt noch hervorzuheben: Der an der unteren Wand im Längsschnitt erscheinende Teil des Basalstückes vom Gehörgangsknorpel krümmt sich an seinem medialen, dem Processus triangularis entsprechenden Ende stärker herab, als jene Ausbuchtung der unteren Wand des Gehörganges, um vermittelst eines im Längsschnitt keilförmigen Bindegewebspolsters (Fig. 26 *b*) mit der rauhen unteren Randfläche des Porus acusticus externus sich zu verbinden.

Ein weiteres Ergebnis der Untersuchung von Horizontal- und Vertikalschnitten des äußeren Gehörganges ist, daß an der hinteren und oberen Wand sich der knöcherne Gehörgang etwas weiter lateralwärts erstreckt, als an der vorderen und unteren. Es ist ferner hervorzuheben, daß eine horizontale Linie, vom oberen Rande der Eingangsöffnung des Gehörganges in dessen Achsenrichtung medianwärts gezogen, den oberen Rand des Trommelfells trifft; wenn man dagegen vom unteren Rande der Eingangsöffnung horizontal medianwärts vorzudringen sucht, so trifft man auf den ansteigenden Boden des knorpeligen Gehörganges. Der untere Rand des Trommelfells liegt jenseits dieser Bodenschwellung in einer namentlich vorn und unten zugeschärften Senkung. Die untere vordere Wand des Gehörganges bildet nämlich mit dem Trommelfell einen nach außen offenen spitzen Winkel, dessen Größe Bezold durch Konstruktion und Berechnung zu 27° bestimmte. Es findet sich demnach hier ein schräg vom Trommelfell überdachter keilförmiger Ausläufer des Gehörgangslumens, Recessus meatus auditorii externi (Bezold; Sinus meatus [H. Meyer]; Fig. 26 bei *c*, Fig. 27 bei *5*). Die Schärfe des Keils entspricht der Vereinigungsstelle des Trommelfells und der vorderen unteren Wand des Gehörganges.

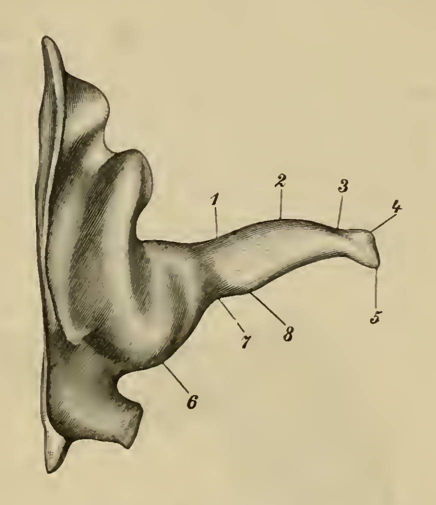


Fig. 27. Metallausguß des linken Gehörganges, von hinten gesehen. Derselbe Gehörgang wie in Fig. 28. *1* Beginn des knöchernen Gehörganges an der oberen Wand, *2* sanfte Wölbung dieser Wand, *3* oberer Rand, *4* Umbo des Trommelfells, *5* Recessus meatus auditorii externi, *6* erste leicht konkave Einbiegung des ansteigenden Bodens des äußeren Gehörganges, *7* leichte Vorwölbung des Bodens an der Grenze zwischen Mittelspange und Basalstück des knorpeligen Gehörganges, *8* zweite leichte Einsenkung des Bodens am Beginn des knöchernen Gehörganges.

Da der von mir in meiner Anatomie der Sinnesorgane abgebildete Vertikalschnitt des äußeren Gehörganges von Merkel ebenfalls als unrichtig bezeichnet worden ist, so sei hier hervorgehoben, daß er genau nach einem mir vorliegenden Schnittpräparat gezeichnet wurde. Er ist nur in den Text etwas schief eingesetzt, so daß dadurch die ansteigende Richtung des Gehörgangsbodens nicht zum Ausdruck kommt. Senkt man die Zeichnung so, daß die Ohrlänge nicht mehr schief nach oben medianwärts sich neigt, sondern vertikal steht, so sind die Verhältnisse der Beschreibung entsprechend. Mein Schnitt befindet sich ferner näher der

hinteren Wand als der MERKEL'sche; er entspricht jedenfalls genauer als letzterer dem, was die Projektionsbilder von Ausgüssen über den Verlauf der oberen und unteren Wand lehren.

c) Ausgußpräparat; Kaliber.

Ich habe bei der Beschreibung des Horizontal- und Vertikalschnittes des äußeren Gehörganges schon mehrfach auf die Bilder, welche Ausgüsse des Ganges mit erstarrenden Massen (SAPPEY, HYRTL, BEZOLD) gewähren, eingehen müssen und hervorgehoben, daß an ihnen bei richtig orientierten Projektionszeichnungen der oberen und hinteren Ansicht der Verlauf der Wandlinien am klarsten zum Ausdruck kommt. Was hier noch besonders hervorgehoben werden muß, ist, daß man an diesen Ausgüssen außerdem noch eine Torsion des Ganges um seine Achse erkennt, derart, daß die anfänglich vordere Wand im weiteren Verlaufe zur vorderen unteren, die hintere zur hinteren oberen wird. Die vordere obere und hintere untere Wand bilden dann verhältnismäßig schmale, abgerundete Uebergangskanten zwischen der konvexen hinteren oberen und der ungefähr planen vorderen unteren Wand (BEZOLD), wie man dies am besten an Querschnitten des äußeren Gehörganges erkennt. Nach den Ermittelungen BEZOLD's gleicht am Anfange des knorpeligen Gehörganges (Fig. 29 *I*) (Höhe des Vorsprunges der Cavitas conchae) die Gestalt des Querschnittes einer Ellipse mit annähernd vertikal gestelltem großen Durchmesser, geringerer Krümmung der vorderen, stärkerer der hinteren Fläche.

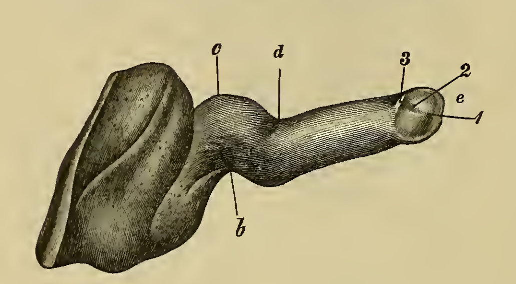


Fig. 28. Metallausguß des linken Gehörganges, von oben gesehen. Die Buchstaben *b, c, d, e* entsprechen denen des Horizontalschnittes Fig. 25. Die Knickung bei *d* erscheint hier stärker, als im Horizontalschnitt. *b* entspricht dem vorspringenden Rande der Cavitas conchae. Bei *e* der Abguß des Trommelfells mit *1* Umbo, *2* Impressio malleolaris, von dem resistenteren Manubrium mallei herrührend; *3* Abguß der vorgetriebenen Membrana flaccida (SHRAPNELL'sche Membran).

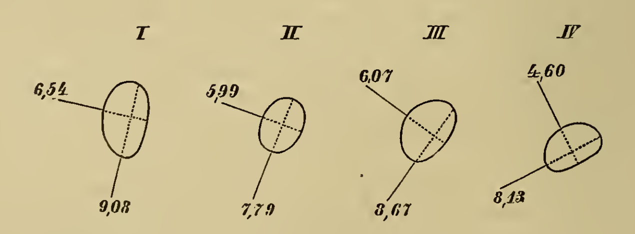


Fig. 29. 4 Querschnitte durch den Gehörgang nach BEZOLD. Maße in Millimetern. Zur Orientierung sei bemerkt, daß nach rechts in der Figur vorn, nach links hinten ist. *I* Querschnitt aus dem Anfang des knorpeligen Gehörganges, *II* vom Ende des knorpeligen Teiles (erste Enge des äußeren Gehörganges), *III* vom Anfang des knöchernen Gehörganges, *IV* vom Ende des knöchernen Teiles (zweite Enge des äußeren Gehörganges).

Unter allmählicher Abnahme der Querschnittsgröße und besonders unter Verkürzung des großen Durchmessers geht diese Figur allmählich am Ende des knorpeligen Gehörganges in eine kurz-elliptische über: erste Enge des äußeren Gehörganges (Fig. 29 *II*); dann folgt am Anfange des knöchernen Gehörganges rasch eine ansehnliche Erweiterung des Lumens (Fig. 29 *III*). Die Gestalt des Querschnittes ist nunmehr durch stärkere Neigung der großen Achse der Ellipse nach vorn und starker Abplattung der vorderen unteren Wand bei starker Krümmung der hinteren oberen charakterisiert. Diese Neigung der langen Achse nimmt medianwärts gleichzeitig mit einer abermaligen Verengerung allmählich zu, so daß eine zweite Enge des äußeren Gehörganges (Fig. 29 *IV*) dem Querschnitt durch den lateralen (hinteren) Pol des Trommelfells entspricht. Diese Verengerung kommt im knöchernen Gehörgange vorzugsweise auf Rechnung des kurzen Durchmessers, während im knorpeligen vorzugsweise der lange Durchmesser sich verkürzt. Die Durchmesser sind übrigens individuell sehr variabel. Als Durchschnittswerte ermittelte Bezold folgende Zahlen:

	großer Durchm.	kleiner Durchm.	halbe Summe
I. Anfang des knorpeligen Gehörganges	9,08	6,54	7,81
II. Ende „ „ „	7,79	5,99	6,89
III. Anfang des knöchernen „	8,67	6,07	7,37
IV. Ende „ „ „	8,13	4,60	6,37

Ich habe im Interesse besserer Vergleichung den vorstehenden, Bezold entnommenen Maßen noch die halbe Summe der Durchmesser hinzugefügt, da diese einen anschaulichen Zahlenausdruck der engeren und weiteren Stellen giebt.

Es sei hier noch hervorgehoben, daß man an gut gelungenen Metallausgüssen (Bezold's Fig. VII Tafel 1, 1; meine Figur 28) nicht nur den Abdruck des Umbo vom Trommelfell, sondern sogar der durch den Druck der Metallmasse nach einwärts gebuchteten Shrapnell-schen Membran erhält. Letztere ist am Metallausguß durch einen am vorderen oberen Rande des Trommelfellabgusses befindlichen Buckel vertreten (Fig. 28 *3*); medianwärts und nach hinten von diesem befindet sich eine dem Processus brevis des Hammers entsprechende Grube, und von dieser zieht sich eine sich allmählich zuspitzende Rinne bis zum Umbo, der Abdruck des widerstandsfähigeren, mit dem Hammergriff verbundenen Teiles des Trommelfells (Fig. 28 *2*).

4) Länge.

Die Länge des äußeren Gehörganges wurde früher nach Tröltsch im allgemeinen zu etwa 24 mm angegeben, von denen 8 mm dem knorpeligen und 16 mm dem knöchernen Teile angehören sollten. Als Ausgangspunkt der Messung diente in diesem Falle der hintere Eingangsrand der äußeren Mündung des Gehörganges, also der durch den vorderen Rand der Cavitas conchae verursachte Vorsprung (Fig. 25 *b*), den auch ich für den Anfang des Gehörganges an der hinteren Wand erkläre, so daß also das Tröltsch'sche Maß im allgemeinen der Länge der hinteren Wand des äußeren Gehörganges entspricht. Bezold fand dieses Maß im Durchschnitt aus 21 Fällen damit übereinstimmend zu 23,4 mm (Minimum 21, Maximum 26 mm). Die Länge der vorderen Wand muß dagegen mit Bezold von der freien

Traguskante an gemessen werden, wie ich oben begründet habe. Die direkte Entfernung von dieser Traguskante bis zum vorderen unteren Ende des Recessus tympani beträgt nach Bezold im Mittel 35,23 mm, also rund 35 mm (Min. 31, Max. 41). Davon entfallen 16,88 mm auf die Strecke von der zweiten Umbiegungsstelle (*d* Fig. 25) bis zum Ende des knöchernen Gehörganges, auf letzteren allein 14,05, da die zweite Umbiegungsstelle nicht genau dem Anfange des knöchernen Gehörganges entspricht, sondern etwas lateralwärts liegt. Demnach würden etwa 21 mm auf den knorpeligen Teil des Gehörganges fallen, welches Maß selbstverständlich eine Steigerung erfährt, sobald man längs der Wand des knorpeligen Gehörganges selbst mißt, also die Maße für den ersten Abschnitt *ac* und den zweiten *cd* addiert. An Horizontalschnitten findet man den ersten Abschnitt *ac* gewöhnlich kleiner als den zweiten, etwa im Verhältnis von 4 : 5, während der zweite Abschnitt des knorpeligen Gehörganges *cd* etwa an Länge dem knöchernen Gehörgang gleich ist, an der hinteren Wand (*bg*) aber bedeutend dem letzteren an Länge nachsteht.

5) Lage.

Die Lagebeziehungen des äußeren Gehörganges ergeben sich aus der Betrachtung eines horizontalen und vertikalen Längsschnittes. Die vordere Wand (paroi temporo-maxillaire [Tillaux]; Fig. 25) ist vor allem durch ihre Beziehungen zum Gelenkkopf des Unterkiefers (*5*) charakterisiert. Derselbe entspricht mit der Hälfte oder zwei Dritteilen seiner hinteren Fläche dem knöchernen Teile der vorderen Wand, schiebt sich aber mit seinem lateralen Abschnitt noch in das Gebiet des knorpeligen Gehörganges hinein. Infolge dieser Einrichtung gewinnen die Bewegungen im Kiefergelenk einen Einfluß auf die Lumenverhältnisse im Gebiete des knorpeligen Gehörganges. Wie man bei Einführung eines Fingers in letzteren deutlich fühlt, erweitert sich die betreffende Stelle beim Oeffnen der Mundspalte, wenn das Köpfchen des Unterkiefers nach vorn auf das Tuberculum articulare rückt, während beim Schluß der Kiefer der eingeführte Finger einen Druck empfindet durch den nach hinten zurückgleitenden Condylus (Henle). Lateralwärts vom Condylus erreicht der obere Teil der hinteren Kante der Parotis die vordere Fläche des zweiten Abschnittes des Gehörgangsknorpels, ja schiebt sich sogar noch mit einem Teil seiner Substanz zwischen Knorpel und Unterkiefercondylus hinein (*4* Fig. 25). — Die untere Wand des äußeren Gehörganges (paroi parotidienne [Tillaux]; Fig. 26) steht dagegen nahezu in ihrer ganzen Ausdehnung, sowohl im knorpeligen als knöchernen Bezirk, mit dem tiefen, in die Retromandibulargrube eindringenden Teile der Parotis in Berührung. — Die obere Wand (paroi cranienne [Tillaux]; Fig. 26) wird am weitesten medial geradezu durch das Trommelfell, vorn oben überdies durch die Membrana flaccida gebildet, also in diesem Gebiet von der Paukenhöhle, bezw. hinten vom Antrum mastoideum überragt. Im übrigen knöchernen Gebiet ist die obere Wand durch eine 7—8 mm dicke Knochenplatte von der mittleren Schädelgrube getrennt. Im äußeren (lateralen) Teile dieser Knochenplatte befinden sich mit den Cellulae mastoideae zusammenhängende lufthaltige Hohlräume, die sich sogar bis in den Jochfortsatz erstrecken können (Kirchner). — Die hintere Wand (paroi mastoidienne [Tillaux]; Fig. 25) wird nur durch eine dünne (1—2 mm) Knochen-

lamelle von den Cellulae mastoideae getrennt; die Entfernung vom Sinus transversus der hinteren Schädelgrube (Fig. 25 *12*) beträgt etwa 12 mm. An der hinteren Wand bemerkt man ferner am macerierten Präparat die Fissura tympanomastoidea (Fig. 24 *6*). KIRCHNER macht darauf aufmerksam, daß die Cellulae mastoideae durch kleine, von Bindegewebszügen und Gefäßen ausgefüllte Kanälchen mit der hinteren Wand des äußeren Gehörganges in Verbindung treten.

6) Aeußerer Gehörgang in den einzelnen Zeiten der Entwickelung.

Eine vollständige Darstellung der Umbildungsverhältnisse des äußeren Gehörganges in den einzelnen Zeiten der Entwickelung besitzen wir noch nicht. Dagegen sind die von denen des Erwachsenen so abweichenden Verhältnisse beim Neugeborenen und älteren Fötus gründlich untersucht, andererseits auch die Veränderungen des Gehörganges von der Geburt bis zum 5. Lebensjahre wenigstens in ihren Grundzügen bekannt.

Beim Neugeborenen stellt der äußere Gehörgang eine verhältnismäßig enge, von oben nach unten komprimierte Spalte dar. Ein knöcherner Gehörgang existiert hier nur insofern, als ein unterhalb der Linea semicircularis gelegener Teil der Schläfenbeinschuppe eine dorsale Begrenzung eines Teiles des Gehörganges bildet. Wie man am besten an vertikalen Längsschnitten durch den äußeren Gehörgang an älteren Föten (Fig. 30) erkennt, liegt das Trommelfell (*ad*) an der unteren Seite des Schädels mit nur sehr geringer Neigung gegen die Horizontalebene und bildet den medialsten Bestandteil der oberen Wand des spaltförmigen Gehörganges. Lateralwärts schließt sich als zweiter, etwas kürzerer Bestandteil das oben erwähnte Gebiet der Schläfenbeinschuppe an, das nahezu in derselben Ebene wie das Trommelfell gelegen ist (Fig. 30 *de*). Es ist dies die Superficies meatus der Schläfenbeinschuppe, welche in einer von der Linea semicircularis gleich nach ihrem Ursprung aus der hinteren Wurzel des Processus zygomaticus sich nach hinten abzweigenden, schwach angedeuteten Linie unter einem sehr stumpfen Winkel von etwa 150° gegen die eigentliche Schuppe des Schläfenbeins abgebogen ist (Fig. 31 *8*). Es entspricht diese Linie dem oberen Umfange des späteren Porus acusticus externus. Trommelfell und Superficies meatus bilden somit bei älteren Föten und Neugeborenen ausschließlich die obere Wand des Meatus auditorius externus. Dieser ist der oberhalb der äußeren

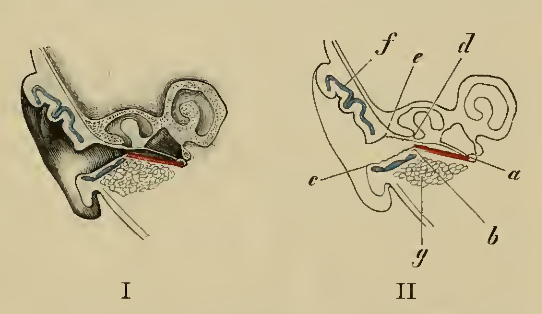


Fig. 30. Vertikalschnitt durch den äußeren Gehörgang eines 7 Monate alten menschlichen Embryo. Nat. Gr. Die das Lumen verstopfenden Massen sind entfernt. *a* Durchschnitt durch den Annulus tympanicus, *ab* Lamina tympanica fibrosa, mit roter Farbe hervorgehoben, *bc* Boden des knorpeligen Gehörganges, *ad* Trommelfell mit Hammer in der Paukenhöhle, *de* Superficies meatus des Schläfenbeines, *f* knorpelige Ohrmuschel, *g* Parotis. Ohrknorpel blau.

Ohröffnung gelegene Teil der Ohrmuschel (Fig. 30 *f*) straff angeheftet, so daß man von einem häutig-knorpeligen Abschnitte des Gehörganges an dieser oberen Wand nicht eigentlich reden kann. — An der unteren Wand sind ebenfalls zwei Abschnitte zu unterscheiden. Ein größerer medialer, sich an die Ränder des Annulus tympanicus anschließender Teil ist rein fibrös, Lamina tympanica fibrosa (fibrous tympanic plate von SYMINGTON; Fig. 30 *ab*); diese fibröse Platte bezeichnet das Gebiet, in welchem in Anschluß an den Annulus das Os tympanicum sich entwickelt. Sie dringt lateralwärts etwas weiter vor, als das Trommelfell. Unter geringer Biegung nach abwärts folgt dann der laterale Abschnitt, welcher den Durchschnitt des Gehörgangknorpels mit den SANTORIN'schen Incisuren erkennen läßt (Fig. 30 *bc*). Er dringt erheblich weiter lateralwärts vor, als der knöcherne Teil, die Superficies meatus, der oberen Wand. Trommelfell und Lamina tympanica fibrosa (*ad* und *ab*) begrenzen somit beim Neugeborenen einen medialen, rein fibrösen Abschnitt des äußeren Gehörganges, während der laterale Teil in seinem kürzeren Dach knöchern, in seinem längeren Boden knorpelig begrenzt erscheint. Bemerkenswert ist, daß das mediale Ende des Knorpels (*b*) sich nur in geringer Entfernung vom oberen lateralen Rande des Trommelfells (*d*) findet. — Die definitiven Verhältnisse stellen sich nun her, indem 1) das Trommelfell sich mehr aufrichtet; 2) die Superficies meatus sich immer stärker gegen den übrigen Teil des Schläfenbeins abknickt. Der Winkel, welchen die Superficies meatus mit der Schläfenbeinschuppe bildet, ist beim Erwachsenen annähernd zu einem rechten geworden. Infolge dieser Veränderungen wird einmal die bisher sich im größten Teil ihrer Ausdehnung berührende obere und untere Wand voneinander entfernt, das Lumen des äußeren Gehörganges also bedeutend erweitert, ferner der laterale Rand des Trommelfells medianwärts bewegt und dadurch aus der Nachbarschaft des Gehörgangknorpels entfernt. Nunmehr bildet die Superficies meatus das Dach und das aus Verknöcherung der Lamina tympanica fibrosa entstandene Os tympanicum den Boden des knöchernen Gehörganges, sowie die vordere Wand und einen Teil der hinteren Wand desselben, während das Trommelfell nur noch als Dach eines Recessus meatus erscheint (POLITZER, TRÖLTSCH).

Das Lumen des äußeren Gehörganges bei Neugeborenen wird gewöhnlich beschrieben als durch Aneinanderlagerung der oberen und und unteren Wand vollständig geschlossen. Es läßt sich aber nachweisen, daß schon bei 7-monatlichen Föten der äußere Teil des Gehörganges ein nach außen trichterförmig erweitertes Lumen besitzt, das allerdings durch Vernix caseosa verstopft wird. Erst vom medialen Ende des Knorpels an treten die obere und untere Wand derart in Kontakt, daß sie eine kapillare quere Spalte begrenzen, welche sich in dem medialsten, oben vom Trommelfell, unten von der Lamina tympanica fibrosa begrenzten Abschnitte des Gehörganges unbedeutend erweitert zeigt. Zur Zeit der Geburt nimmt diese Erweiterung infolge der allmählichen Veränderung der Stellung der Trommelfellebene allmählich zu, so daß schon kurze Zeit nach der Geburt dieser tympano-fibröse Abschnitt des Gehörganges eine umgekehrt trichterförmige Erweiterung erkennen läßt, wie der laterale Abschnitt (URBANTSCHITSCH, Abbildungen von TRÖLTSCH und SYMINGTON). Diese beiden Abschnitte unterscheiden sich auch auffallend durch die

Beschaffenheit der sie auskleidenden Haut. Im äußeren Trichter (Superficies meatus und knorpeliger Teil) gleicht die Auskleidung im wesentlichen der angrenzenden äußeren Haut. Im inneren Abschnitt aber, also auf dem Trommelfell und der Lamina fibrosa tympanica, ist sie zu einer dünnen, glatten Membran geworden. Diese Verschiedenheiten erhalten sich auch noch beim Erwachsenen deutlich ausgeprägt; nur ist hier die Superficies meatus dem Os tympanicum gegenübergerückt, trägt aber trotzdem die ursprüngliche Hautbekleidung, während im ganzen Bereich des Os tympanicum jener dünne, glänzende, fibröse Ueberzug sich findet, welcher also bereits im embryonalen Leben vorhanden war und auch beim Erwachsenen noch das Gebiet des Tympanicum gegenüber dem des Squamosum charakterisiert.

Wenn nun auch morphologisch dem äußeren Gehörgange des Neugeborenen eine Lichtung zugeschrieben werden muß, so ist dieselbe doch physiologisch insofern nicht vorhanden, als jedenfalls der innere spaltförmige tympano-fibröse Abschnitt durch abgestoßene Epithelzellen verschlossen und der weitere äußere Trichterabschnitt sich mit Vernix caseosa erfüllt ist. Nach Entfernung dieser verstopfenden Massen zeigt sich der äußere Gehörgang des Neugeborenen als eine niedrige, medial und lateral erweiterte Spalte, welche nunmehr rasch an Weite zunimmt, so daß man schon beim 2-monatlichen Kind von einer vorderen und hinteren Wand reden kann. — Bei alten Leuten findet Hyrtl, daß die Weite des äußeren Gehörganges etwas zunimmt.

Ueber die Länge des Gehörganges an Boden und Dach in einzelnen Entwickelungsstadien giebt Symington nach Messung an Gefrierschnitten folgende Tabelle:

Alter	Länge des Bodens	Länge des Daches
1. Foetus, 7 Monate	16 mm	10 mm
2. „ 9 „	20 „	15 „
3. „ 9 „	20 „	15 „
4. „ 9 „	19 „	15 „
5. Kind, 2 Monate	17 „	13 „
6. „ 6 „	19 „	14 „
7. „ 12 „	20 „	15 „
8. „ 2 Jahre	22 „	16 „
9. „ 5 „	23 „	16 „
10. „ 6 „	24 „	17 „

Die Abnahme der Länge des Gehörganges zur Zeit der Geburt ist nach Symington möglichenfalls auf die Eröffnung desselben und die dabei stattfindenden Lageverschiebungen zurückzuführen.

Um zu verstehen, in welcher Weise im Anschluß an den Annulus tympanicus des Neugeborenen die Lamina fibrosa tympanica verknöchert und sich zum Os tympanicum gestaltet, ist es nötig, zunächst auf die Anatomie des Annulus tympanicus einzugehen. Derselbe stellt keinen vollständig geschlossenen Ring dar; er besitzt vielmehr oben eine 1—2 mm breite Lücke, welche durch das untere Ende der Superficies meatus der Schläfenbeinschuppe geschlossen wird; dieser sind die oberen einander entgegengekrümmten Enden des hier offenen Knochenringes innig angelagert. Denkt man sich für die nun folgende Beschreibung die Ebene des Annulus aus der

natürlichen, mehr horizontalen in die vertikale übergeführt, wie in Fig. 31 *A* u. *B*, so hat man für den größeren Teil des Ringes eine laterale und mediale Fläche, einen inneren (central gerichteten) und äußeren (peripheren) Rand zu unterscheiden. Die beiden oberen frei auslaufenden Enden des Ringes sind jedoch gegen den übrigen Teil so gedreht, daß die bisher laterale Fläche vorn zur vorderen medialen, hinten zur hinteren medialen wird, also die bisher mediale Fläche direkt sichtbar wird. Der äußere Rand lehnt sich in seiner ganzen Ausdehnung an das Felsenbein an; der innere Rand deckt den auf der medialen Fläche bemerkbaren Sulcus tympanicus (Fig. 31 *B 6*), in welchen das Trommelfell eingefalzt ist; dieser Sulcus tympanicus wird an den oberen, einander entgegen gebogenen Enden des Ringes infolge ihrer Torsion von lateralwärts aus sichtbar. Da, wo diese Torsionsknickung vorn beginnt, zeigt die vordere Spange lateral eine Verdickung, das Tuberculum tympanicum anticum (Fig. 31 *A 1*), über welches an seinem vorderen unteren Ende die Spina tympanica anterior (Henle; Fig. 31 *3*) hervorragt, der Glaserschen Spalte zugekehrt. Oberhalb des Tuberculum tympanicum anticum sieht man in der Tiefe eine spitzigere zweite Spina am inneren Rande hervorragen, die Spina tympanica posterior (Henle); Spina tympanica major (Helmholtz; Fig. 31 *4*). Auf der infolge der Torsion des oberen Endes abgeknickten vorderen medialen Fläche der vorderen Spange sind beide Spinae durch eine scharfe Leiste oder Kante, Crista spinarum (Fig. 31 *B* zwischen *3* und *4*), verbunden, welche schief von oben-hinten nach vorn-unten herabzieht. Unmittelbar unter ihr befindet sich eine in derselben Richtung verlaufende Furche, der Sulcus malleolaris (Henle; Fig. 31 *B 5*), welcher zur Aufnahme des langen Fortsatzes des Hammers, des Lig. mallei anterius, der Chorda tympani und Arteria tympanica bestimmt ist. Der untere Rand des Sulcus malleolaris findet seine Begrenzung in einer zweiten noch etwas steiler vorn abwärts verlaufenden Kante, der Crista tympanica (Gruber; Fig. 31 *B* unterhalb *5*). — Etwa in der Mitte der hinteren Spange des Annulus zeigt derselbe eine Verbreiterung, Tuberculum tympanicum posticum (Fig. 31 *A 2*), welche gewöhnlich von einigen kleinen Löchern durchbohrt wird und

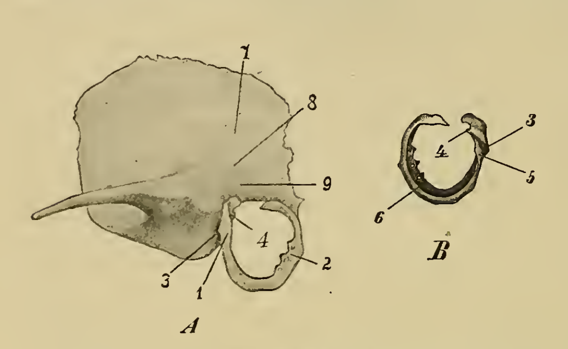


Fig. 31. *A* Linkes Os squamosum und Annulus tympanicus eines Neugeborenen in lateraler Ansicht. *B* Derselbe Annulus tympanicus isoliert, von der medialen Seite gesehen. *1* Tuberculum tympanicum anticum, *2* Tuberculum tympanicum posticum, hier durch 3 an der Basis durchlöcherte Zäckchen repräsentiert; *3* Spina tympanica anterior (Henle), *4* Spina tympanica posterior (Henle) = Spina tympanica major (Helmholtz); zwischen *3* und *4* erstreckt sich in *B* die Crista spinarum; *5* Sulcus malleolaris, unterhalb desselben die Crista tympanica (Gruber), *6* Sulcus tympanicus zur Aufnahme des Trommelfells, *7* Linea temporalis; von ihr zweigt sich die Linie *8* ab, welche die Superficies meatus *9* des Os squamosum vom oberen Schuppenteile abgrenzt.

an ihrem inneren (centralen) Rande mit mehreren spitzigen Zacken versehen ist.

Vom inneren Rande des ganzen Annulus tympanicus aus erfolgt nun die Verknöcherung der Lamina tympanica fibrosa, aber nicht gleichmäßig, sondern gewöhnlich derart, daß die dem Tuberc. tymp. anticum (*1*) und posticum (*2*) entsprechenden Stellen sich rascher durch Ansatz neuer Knochensubstanz vergrößern, einander entgegenwachsen (Fig. 32 *A*) und in der Regel im zweiten Lebensjahre untereinander verschmelzen (Zuckerkandl, Bürkner). Dann findet sich in der

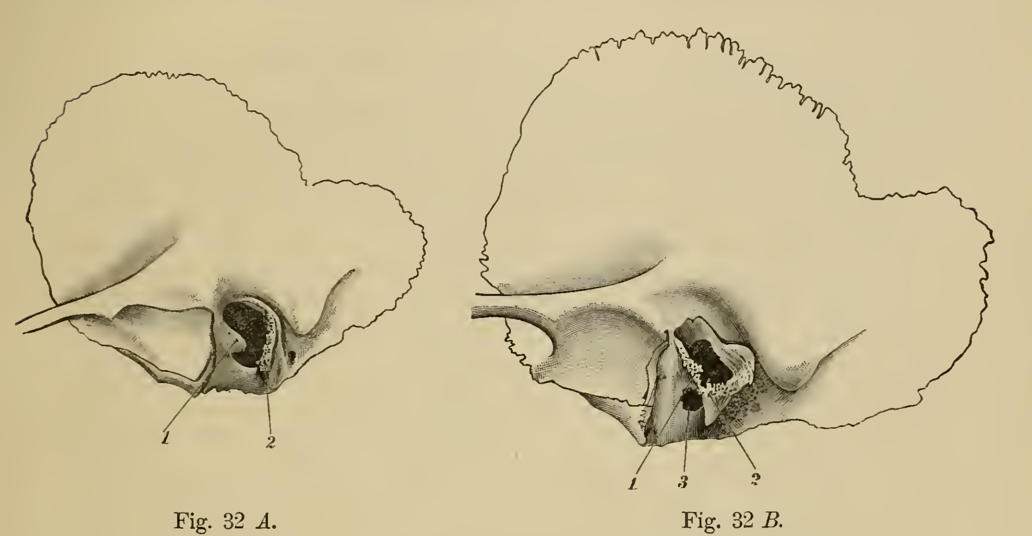


Fig. 32 *A*. Fig. 32 *B*.

Fig. 32 *A*. Schläfenbein eines 10 Monate alten Kindes, etwas von der Seite und von unten gesehen. *1* Tuberculum tympanicum anticum; *2* Tuberculum tympanicum posticum.

Fig. 32 *B*. Schläfenbein eines 2 Jahre alten Kindes, ebenso wie Fig. 32 *A*. *1* und *2* bezeichnen die nunmehr durch eine Knochenbrücke verschmolzenen Tub. tymp. anticum und posticum, *3* Ossifikationslücke.

nunmehr schon ziemlich ausgedehnten vorderen und unteren Wand des knöchernen Gehörganges eine meist ovale Lücke, die Ossifikationslücke des knöchernen Gehörganges (Fig. 32 *B 3*), welche in der Regel sich bis zum fünften Lebensjahre schließt, aber häufig sich auch noch länger, sogar bis ins höhere Alter erhält. Bürkner fand diese Lücke unter 982 Schädeln von Erwachsenen bei 188 (19,2 Proz.), bei Weibern häufiger als bei Männern.

Mit der Ausfüllung der Ossifikationslücke ist dann im wesentlichen die Ausbildung der vorderen unteren Wand des knöchernen Gehörganges vollzogen; eine geringe weitere Verlängerung erfolgt aber noch durch Ansatz am freien Rande des Os tympanicum. — In einigen Fällen kommt es, wie ich mit Zuckerkandl finde, überhaupt nicht zur Bildung einer Ossifikationslücke, sondern es erfolgt eine mehr gleichmäßige Verbreiterung der Ränder des Annulus tympanicus. Der freie laterale obere Rand des Os tympanicum besitzt dann eine dreiseitige Incisur, welche später durch Knochen ausgefüllt wird. — Im ausgebildeten Zustande stellt das Os tympanicum eine oben offene

Knochenrinne dar, deren nach oben gebogene Seitenränder sich an den zwischen der Wurzel des Jochfortsatzes und dem Processus mastoideus gelegenen unteren Teil der Schläfenbeinschuppe anlehnen, und zwar derart, daß sie im Gebiet des Trommelfellfalzes ihren ursprünglichen Abstand von nur 1—2 mm bewahrt haben, während derselbe nach dem Porus acusticus externus zu ganz allmählich auf 8—10 mm zunimmt, so daß die hier im lateralen Gebiet persistierenden Fissurae petrotympanica und tympanomastoidea nicht mehr der oberen, sondern der vorderen bezw. der hinteren Wand des knöchernen Gehörganges angehören.

B. Feinerer Bau der Haut des äusseren Gehörganges.

Die Haut des äußeren Gehörganges ist eine kontinuierliche Fortsetzung der Haut der Ohrmuschel. Sie ist den Wandungen des Ganges straff angeheftet und setzt sich in modifizierter Weise auch auf die äußere Fläche des Trommelfells fort. An Präparaten, welche bereits Fäulniserscheinungen zeigen, oder nach Maceration in Wasser läßt sich ihre Epidermis im Zusammenhange als Blindsack ablösen.

Es wurde schon oben hervorgehoben, daß die Haut des äußeren Gehörganges nach ihrer Beschaffenheit in zwei verschiedene Bezirke zu teilen ist. Im ganzen knorpeligen Gehörgange sowie am Dach des knöchernen, soweit dies vom Squamosum gebildet wird, hat die Hautbedeckung im allgemeinen noch die gewöhnliche Beschaffenheit der äußeren Haut und eine ansehnliche Dicke von etwa $1^1/_2$ mm. Da das Squamosum am Dach des knöchernen Gehörganges nach der Tiefe des letzteren zu immer mehr durch das Tympanicum eingeengt wird, bis es am Trommelfellfalz nur noch 1—2 mm Breite besitzt, so folgt daraus, daß diese der äußeren Haut gleichende Dachbekleidung des knöchernen Gehörganges sich nach dem Trommelfell zu keilförmig verengt. Dagegen erscheint im übrigen Abschnitt des knöchernen Gehörganges, soweit derselbe vom Tympanicum begrenzt wird, die Hautbekleidung sehr dünn, nur 0,1 mm dick und mit dem Periost zu einer glänzenden fibrösen Membran verwachsen. Auch der feinere Bau ist in beiden Bezirken ein verschiedener.

a) Knorpeliger Gehörgang und Schuppenteil des knöchernen. In diesem wenig modifizierten Abschnitte der Hautbekleidung findet sich eine ansehnliche Lage von Unterhautbindegewebe mit variablem Gehalt an Fetttträubchen; es zeigt dies subkutane Gewebe aber eine viel festere Beschaffenheit, als das der übrigen Haut. Cutispapillen sind kaum angedeutet. Dagegen finden sich zahlreiche mit den Spitzen lateralwärts gerichtete Härchen, deren Haarbälge mit eigentümlichen Talgdrüsen verbunden sind. Was aber besonders diesen Teil der Haut des äußeren Gehörganges auszeichnet, sind die großen Knäueldrüsen (Ohrenschmalzdrüsen, Glandulae ceruminales), welche mit ihren meist langgestreckten, schräg gestellten Körpern oft tief in das gefäß- und nervenreiche Unterhautbindegewebe bis in die Nähe des Knorpels vordringen; die kleineren Drüsen liegen dagegen mehr oberflächlich. Nach Henle schwankt die Größe der Drüsenkörper zwischen 0,2—1 mm. Ich fand Drüsenknäuel, welche in ihrem größten, schräg zur Oberfläche gestellten Durchmesser bis 1,5 mm maßen. Wie jede Knäueldrüse, bestehen auch die Ohrenschmalzdrüsen aus Drüsenknäuel und Ausführungsgang. Der den ersteren

bildende Schlauch ist relativ dick, hat 0,1 mm Durchmesser, während der etwa 0,5 mm lange Ausführungsgang sich außerordentlich verdünnt, nur 12 μ Dicke besitzt. Er mündet mit trichterförmiger Erweiterung (Terminaltrichter [ALZHEIMER]) in dieselbe grubige, 0,18 bis 0,2 mm weite Vertiefung, welche die Mündung eines benachbarten

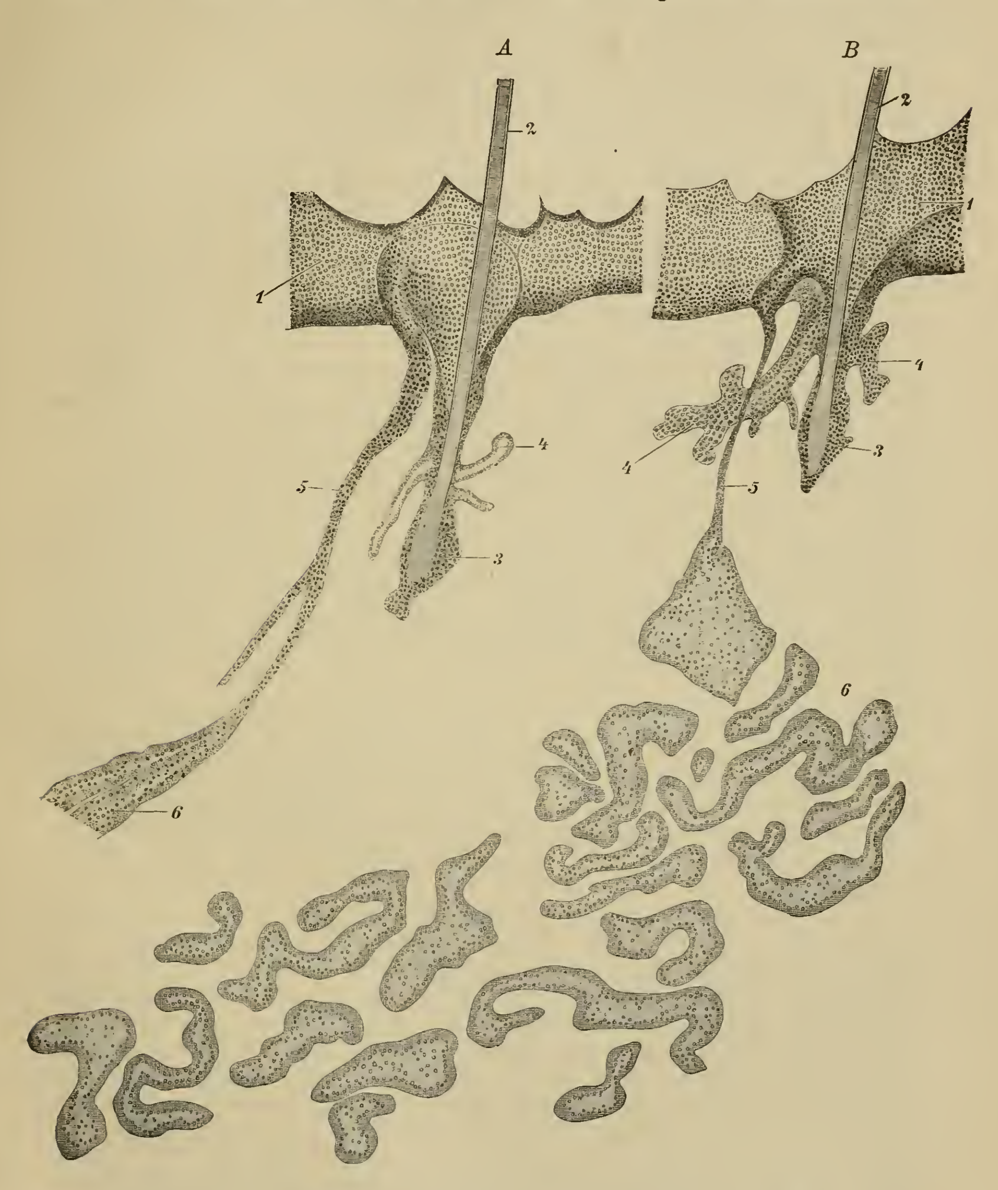


Fig. 33 *A* und *B*. Durchschnitt durch die Haut des knorpeligen äußeren Gehörganges. 70/1. *A* Haar mit Talgdrüsen und geteiltem Ausführungsgang einer Ohrenschmalzdrüse. *B* Schnitt durch eine ganze Ohrenschmalzdrüse. *1* Epidermis, *2* Haare, *3* Haarbälge mit Kolbenwurzel, *4* schlauchförmige Talgdrüsen, *5* Ausführungsgänge, *6* Körper der sog. Ohrenschmalzdrüsen.

Wollhärchens mit seinen Talgdrüsen aufnimmt (Fig. 33 *2*, *3*, *4*). Meist zeigt der Ausführungsgang bei seinem Uebergange in das trichterförmig erweiterte Endstück eine starke Biegung. Eine spitzwinklige Teilung des Ausführungsganges nach dem Drüsenkörper hin ist bei den größeren Drüsen nicht selten (Fig. 33 *A 5*), ja es scheinen auch innerhalb des Drüsenkörpers Teilungen des eigentlichen Drüsenschlauches vorzukommen (Fig. 33 *A 6*). — Der feinere Bau der Drüsenschläuche zeigt viel Uebereinstimmung mit dem der großen Knäueldrüsen der Achselhöhle. Ein relativ weites Lumen ist von einem Cylinderepithel begrenzt; nach außen davon findet sich eine einfache Lage longitudinal gestellter glatter Muskelfasern von 30—90 μ Faserlängen, und nach außen von dieser eine strukturlose, glashelle Membrana propria. Die einzelnen Zellen des Cylinderepithels besitzen an der freien Oberfläche einen Cuticularsaum; unter ihm folgt eine helle Zone, dann eine solche von körniger Beschaffenheit, während der Kern im basalen Drittel sich befindet. Die Körnchen, welche man innerhalb der Cylinderzellen findet, sind verschiedener Natur. An Zahl vorherrschend sind gelbbräunliche Pigmentkörnchen, weniger zahlreich feine, glänzende, eckige Körperchen, die sich leicht in Osmiumsäure bräunen, nach Behandlung mit Aether aber nicht verschwinden. Wenn sie also auch wegen ihrer schwachen Osmiumsäurereaktion für Fettkörnchen gehalten werden könnten, so sprechen doch ihre anderen Eigenschaften nicht für ihre Fettnatur. Auch innerhalb des Lumens der Schläuche und des Ausführungsganges konnte ich kein Fett wahrnehmen. Kernteilungsfiguren sind in den entwickelten funktionierenden Knäueldrüsen des Gehörganges nicht nachgewiesen (Alzheimer). — Der enge Ausführungsgang hat ein zweischichtiges Epithel, dessen äußere Schicht der Lage nach der Muskelschicht in den Schläuchen entspricht. Die innere Epithellage besitzt einen Cuticularsaum an der dem Lumen zugekehrten Oberfläche.

Eine besondere Berücksichtigung verdienen noch die Talgdrüsen der Härchen des äußeren Gehörganges. Sie haben, wie aus meiner Abbildung hervorgeht, viel mehr die Form tubulöser als die acinöser Drüsen (Fig. 33 *4*); verhältnismäßig lange, verzweigte Schlauchstücke sind hie und da mit kolbigen Erweiterungen versehen. Größere und kleinere Fettklümpchen sind leicht als Ausfüllung des Lumens zu erkennen.

Um ein Urteil über das Absonderungsprodukt der Knäueldrüsen zu gewinnen, ist noch der morphologischen Zusammensetzung des Ohrenschmalzes (Cerumen auris) zu gedenken. Zahlreiche Epidermisschüppchen finden sich hier neben einzelnen abgestoßenen Härchen, Fetttropfen und Pigmentkörnchen. Ab und zu zeigt sich auch in ihm eine Haarbalgmilbe (Demodex folliculorum). — Man hat den Knäueldrüsen des äußeren Gehörganges meist die Bedeutung zugeschrieben, das Ohrenschmalz abzusondern und sie deshalb als „Ohrenschmalzdrüsen“ bezeichnet. Ich habe dann in meiner Anatomie der Sinnesorgane hervorgehoben, daß, da Fett weder in den Zellen der Drüsenschläuche noch im Lumen der Ausführungsgänge nachzuweisen sei, das Fett des Ohrenschmalzes aus den Talgdrüsen der Haarbälge stamme, während die sog. Ohrenschmalzdrüsen eine mit den gelben oder bräunlichen Farbstoffkörnchen des Ohrenschmalzes versehene Flüssigkeit liefern. Als ein wesentlicher Bestandteil treten hinzu die

Epidermisschüppchen; die Auflockerung der oberflächlichen Schichten der Epidermis des Gehörganges und reichliche Abstoßung der Epithelzellen erklären sich leicht aus der Mächtigkeit der Flüssigkeit secernierenden Knäueldrüsen.

Was endlich die Zahl der Knäueldrüsen des äußeren Gehörganges betrifft, so beträgt dieselbe nach BUCHANAN 1000—2000. Nach HUSCHKE finden sich auf der Fläche von 1 □ mm etwa 4—6 (20—30 auf 1 □‴). Sie finden sich auch am Dach des knöchernen Gehörganges, soweit die Haut hier das Squamosum bekleidet; sie nehmen aber an Zahl und Größe allmählich zum Trommelfell hin ab.

Meine Ansicht über die Funktion der Ohrenschmalzdrüsen ist von MERKEL bekämpft worden. MERKEL ruft ALZHEIMER als Gewährsmann dafür an, daß Fett in den Knäueldrüsen des äußeren Gehörganges gebildet werde. Letzterer betont aber bei seiner Beschreibung der Epithelzellen der Knäueldrüsen (S. 11) die Unterschiede, welche die sich durch Osmium leicht bräunenden eckigen Körnchen der Ohrenschmalzdrüsen von Fettkörnchen zeigen. Trotzdem behauptet er am Schluß (S. 16 u. 17), „jedenfalls sind auch die Knäueldrüsen an der Fettbildung beteiligt“ und führt dann Bilder an, in welchen nach Behandlung mit Chromosmiumessigsäure „der ganze vordere Teil einiger Zellen mit kleinsten, dunkelgefärbten Körnchen sich erfüllt zeigt“. Er deutet diese im Widerspruch mit seinen Angaben auf S. 11 als Fettkörnchen. Demgegenüber ist zu betonen, daß BENDA in den Schweißdrüsenzellen kein Fett gefunden hat, in den Knäueldrüsen des äußeren Gehörganges nur minimale Spuren von Fett. Auch BENDA erklärt, daß das Fett des Ohrenschmalzes das Produkt von Talgdrüsen ist. MERKEL meint, wenn die Knäueldrüsen des Ohres nur eine Flüssigkeit secernieren würden, so „müßte man gelegentlich die Masse des verflüssigten Ohrenschmalzes in gelben Tropfen aus der Ohröffnung herauslaufen sehen“. Ich halte dies nicht für nötig, da die fortwährende Verdunstung dies verhindern dürfte. Daß aber starke Austrocknung des äußeren Gehörganges das Hören erschwert, davon kann man sich leicht bei Hochgebirgstouren überzeugen. Ich möchte nach dieser Richtung hin die Hauptfunktion der Knäueldrüsen des äußeren Gehörganges suchen, also die Luft im äußeren Gehörgang feucht zu erhalten. Eine unvermeidliche Zugabe ist dabei die starke Abschuppung des Epithels. Ueber die Bedeutung des gelben Farbstoffes vermag ich mir keine Vorstellung zu bilden.

In Betreff der Ausmündung der Knäueldrüsen des äußeren Gehörganges fand ALZHEIMER, daß dieselben beim Neugeborenen noch in die Haarbälge münden, im weiteren Verlaufe der Entwickelung allmählich höher rücken, um beim Erwachsenen meist auf die freie Hautfläche auszumünden. Gewöhnlich gehören beim Menschen 2 Knäueldrüsen zu einem Haarbalg, zuweilen auch 3. Bei Rind, Ziege, Hund und Katze fand ALZHEIMER neben einem Haarbalg immer nur eine Drüse, beim Schwein zuweilen 2. Gar keine Knäueldrüsen wurden bei Nagern getroffen, bei den Fledermäusen nur schwach entwickelte.

Als „zerfallende Zellen“ deutet ALZHEIMER beim Ochsen Zellen, welche sich an Goldpräparaten durch ihre dunkle Färbung von den anderen unterscheiden, ohne einen Beweis für seine Auffassung zu liefern.

b) Pars tympanica des knöchernen Gehörganges. — Die Haut dieses Teiles ist ungleich dünner, nur 0,1 mm dick, ferner

mit dem Periost innig verbunden und frei von Härchen und Drüsen. In der Nähe des Trommelfells erhebt sich die Cutis dieses Abschnittes gegen die Epidermis in Form von Leisten, welche auch ausnahmsweise mit Papillen versehen sein können (Kaufmann). Sie sind keineswegs parallel der Längsachse des Gehörganges angeordnet, sondern mehr oder weniger konzentrisch zum Trommelfellrande. Am zahlreichsten (30—35 Reihen) sind sie beim Neugeborenen entwickelt, um im späteren Leben sowohl an Zahl als an Höhe wieder abzunehmen. Zu bemerken ist, daß eine geringe Zahl dieser Leisten (7—10) auch am oberen Trommelfellrande gefunden wurde.

Eine Andeutung eines äußeren Gehörganges findet sich zuerst bei den Reptilien. Bei Vögeln und Säugetieren ist er vollkommen entwickelt. Im äußeren Gehörgange mancher Vögel (Gans, Ente) finden sich glatte Wülste, welche zum Teil aus Fettgewebe bestehen, zum Teil aber aus follikulären Bildungen, Lymphfollikeln („Gehörgangstonsille“ [Moldenhauer]). Derartige Wulstbildungen dürfen nicht verwechselt werden mit einer wulstigen Erhebung, welche sich an der hinteren bezw. hinteren und unteren Wand der hühnerartigen Vögel (Auerhahn, Fasan, Puter, Huhn) befindet und große flaschenförmige Talgdrüsen enthält. Dieselben gleichen im histologischen Bau den gewöhnlichen Talgdrüsen und liefern unter Zerfall ihrer Zellen ein fettiges Sekret. Die früheren Angaben, daß den Vögeln epitheliale Drüsen im äußeren Gehörgang fehlen, sind also zu berichtigen. Wurm und Graff erklärten jenen drüsenhaltigen Wulst beim Auerhahn für eine „Schwellfalte“, welche beim Balzakt erigiert werde und einen Teil des Gehörganges erfülle, woraus sich die zeitweilige Taubheit des Vogels beim Balzen erkläre. Ich habe demgegenüber die wahre Natur des Wulstes nachgewiesen, bei meinen Litteraturstudien überdies gefunden, daß bereits Comparetti 1789 die Drüsen im Gehörgangswulst des Huhnes beschrieben hat. Er wird von Tiedemann 1810 citiert; seine Entdeckung ist dann aber in Vergessenheit geraten. Dieser historischen Notiz sei noch hinzugefügt, daß inzwischen Herr Prof. M. Fürbringer in Jena mich auf eine bei Ercolani befindliche Bemerkung aufmerksam gemacht hat, nach welcher, noch vor Comparetti, Scarpa die betreffenden Drüsen erwähnt hat. — Die Epidermis des äußeren Gehörganges der Vögel ist gelb durch Einlagerung gelblicher Pigmentkörnchen. Herbst'sche Körperchen kommen in der Haut des äußeren Gehörganges nicht vor.

Unter den Säugetieren sind die Waltiere durch einen besonders engen äußeren Gehörgang charakterisiert. Nach Beauregard ist derselbe bei Delphinus delphis ohne die Krümmungen 6—7 cm lang, an der äußeren Mündung nur $^1/_2$ mm, am Trommelfell 2 mm weit. Er wird in seiner ganzen Länge von einem bandförmigen Knorpel gestützt. Interessant ist, daß 4 Muskelbündelchen mit diesem Knorpel in Verbindung treten, die B. als M. auricularis superior, posterior, anterior und externus bezeichnet. Bei Physeter besteht der Knorpel aus zwei getrennten Stücken. Eine offene Mündung des feinen äußeren Gehörganges fand Gray auch bei Balaena mysticetus.

Ein knöcherner Gehörgang fehlt verschiedenen Säugetieren, wie z. B. den Gürteltieren, dem Igel und den amerikanischen Affen, welche durch diese Eigentümlichkeit vor den altweltlichen scharf charakterisiert sind. Es ist dies Fehlen eines knöchernen Gehörganges also keineswegs ein

Charakter niederer Stellung in der Säugetierreihe, denn es kommt anderen älteren Säugetierformen, wie z. B. vielen Beuteltierformen (Macropus, Phascolomys) und Nagern, gerade ein besonders gut ausgebildeter äußerer Gehörgang zu.

III. Gefässe und Nerven des äusseren Ohres.

A. Arterien.

1) Ohrmuschel.

Die Arterien der Ohrmuschel entstammen dem Gebiet der A. temporalis superficialis: Aa. auriculares anteriores, und der A. auricularis posterior: Aa. auriculares posteriores. Jene versorgen im allgemeinen die aufsteigende Helix, einen Teil des Crus helicis, den Tragus und das Ansatzgebiet des Ohrläppchens (Area lobularis), diese den bei weitem größten Abschnitt der Ohrmuschel, soweit er hinter einer durch die Gehörgangsöffnung gelegten Vertikale sich befindet, und zwar in beiden Fällen sowohl die Außen- wie die Innenseite. Entwickelungsgeschichtlich entspricht das Gebiet der Aa. auriculares anteriores den 3 vorderen Ohrhöckern, das der Aa. auriculares posteriores den 3 hinteren Ohrhöckern und der freien Ohrfalte, so daß also die ganze Umgebung der Ohrspitze dem hinteren Gebiet angehört, während oben der Scheitel des Ohres ungefähr der Grenze beider Gebiete entspricht.

a) Aa. auriculares anteriores (Fig. 34 *2—4*).

Die gewöhnliche Zahl dieser von der hinteren Wand der A. temporalis superficialis abgegebenen Zweige ist drei, eine obere aufsteigende, eine mittlere horizontal nach hinten gerichtete und eine untere absteigende. Die obere ist gewöhnlich die stärkste, die mittlere die schwächste.

α) Die obere A. aur. ant. ist die Arterie der aufsteigenden Helix: A. helicis (Fig. 34 *2*). Sie verläuft an der vorderen Kante der aufsteigenden Helix oder in deren Nähe bis zum Scheitel des Ohres, an welchem sie mit der oberen der hinteren Ohrarterien in anastomotische Verbindung tritt und mittels dieser auch noch etwas weiter auf das Gebiet der hinteren Ohrarterien übergreifen kann. Eine zweite anastomotische Verbindung entsendet sie etwa in der Höhe der Fossa triangularis um die vordere Kante der aufsteigenden Helix herum (Fig. 34 *5*) ebenfalls nach hinten zum Gebiet der hinteren Ohrarterien (Schröder). Auf ihrem Wege versorgt sie mit vorderen Zweigen den M. auricularis anterior, ferner aufsteigend den M. helicis major, entsendet auch zweitens einige feine Aestchen nach oben, welche Anastomosen mit den Zweigen der A. temporalis superficialis eingehen. — Von den nach hinten gerichteten Zweigen der A. helicis ist der stärkste die A. circumflexa anterior (Schröder; Fig. 34 *6*), welche um die hintere Kante der aufsteigenden Helix zu deren Innenfläche gelangt und mit ihren Endverästelungen einerseits die Fossa triangularis erreicht, andererseits zum Crus anthelicis superius gelangt, wo sie eine ansehnliche Anastomose mit einer hinteren Ohrarterie (A. circumflexa posterior [Schröder]) bildet.

β) Die mittlere kleinste A. auricularis anterior: die A. cruris helicis (A. spinae helicis [SCHRÖDER]; Fig. 34 *3*) ist nicht selten ein Zweig der A. helicis und verläuft in der Höhe der Spina helicis nach hinten zum vorderen Teile des Crus helicis. Sie versorgt außer der betreffenden Haut den M. helicis minor.

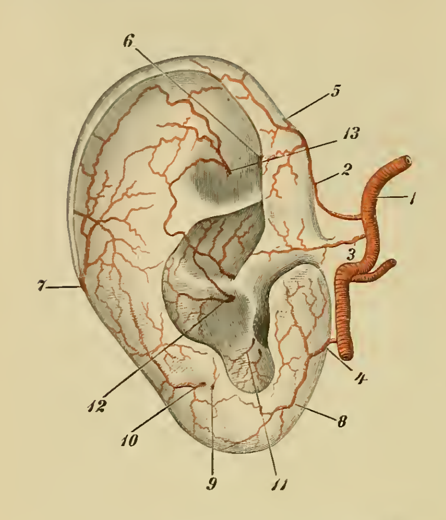


Fig. 34. Arterien der lateralen Fläche der Ohrmuschel. *1* A. temporalis superficialis, *2* A. helicis, *3* A. cruris helicis, *4* A. tragi, *5* Anastomose der A. helicis mit der oberen hinteren Ohrarterie (*4* in Fig. 35), *6* A. circumflexa anterior, *7* A. circumflexa posterior, *8* A. lobuli anterior, *9* A. antitragica, *10* A. caudae helicis, *11* Aa. perforantes conchae, *12* A. perforans cymbae, *13* A. perforans fossae triangularis.

γ) Die untere A. auricularis anterior, die A. tragi (Fig. 34 *4*), verläuft schräg abwärts und nach hinten zum Gebiet des Tragus und dem angrenzenden Teile des Ohrläppchens. Die letzteren Zweige (A. lobuli anterior) sind individuell sehr verschieden entwickelt, bald nur schwach (SCHRÖDER), bald sehr kräftig (MERKEL). Es erklärt sich dies durch Anastomosenbildung mit den zum Ohrläppchen ziehenden Aesten der hinteren Ohrarterien. Ich sah überdies von unten her aus Parotiszweigen der A. auricularis posterior Aestchen zum Ohrläppchen verlaufen. Zur inneren Fläche des Tragus gelangen Zweige entweder unter Durchbohrung der Knorpelplatte (4 mm unterhalb des oberen Randes des Tragus; A. perforans tragi [SCHRÖDER]), oder indem sie über seine hintere freie Kante zur Innenfläche umbiegen (Aa. circumflexae tragi). Ueberdies gelangt ein Zweig der A. tragi, der Ramus descendens, abwärts zur unteren Wand des knorpeligen Gehörganges, zu dessen Innenfläche er kleine Aestchen durch beide Incisurae Santorini gelangen läßt.

b) Aa. auriculares posteriores.

Die Aa. auriculares posteriores stammen aus der A. auricularis posterior, deren in der Ohrrinne aufsteigender Stamm sich entweder in den Ohrzweigen erschöpfen oder als Ramus temporalis weiter zur hinteren Schläfengegend verlaufen kann, wie in meiner Figur 35 *2*. Die Zahl dieser hinteren Ohrarterien, welche bedeutend länger und stärker sind als die vorderen, wird bald zu 2 (SCHRÖDER), bald zu 3 (MERKEL) angegeben. Thatsache ist, daß auch hier zahlreiche individuelle Variationen vorkommen. Ich fand in einem Falle sogar 4 hintere Ohrarterien. Sind nur 3 vorhanden, so pflegen die beiden unteren unterhalb des M. auricularis posterior zur Ohrmuschel zu gelangen, die dritte oberhalb desselben. Ebenso wie nun an Stelle dieser oberen dritten zwei getrennte Arterien sich finden können, so können umgekehrt die beiden unteren einem kurzen gemeinschaftlichen Stamm entspringen (Fig. 35 *3*, sogar drei untere). Man kann also nach ihrer Lage zum M. auricularis posterior die hinteren Ohr-

arterien in eine obere und untere Gruppe (Aa. auriculares post. supp. und inff.) einteilen, von denen eine jede bald einem, bald zwei, die untere auch zuweilen drei selbständigen Stämmen entsprechen kann; zwei Aeste sind häufiger für die unteren, einer für die oberen hinteren Ohrarterien. — Auch mit Bezug auf die Verbreitung über die einzelnen Teile der Ohrmuschel sind diese Arterien sehr variabel. Im allgemeinen entspricht das Gebiet der unteren hinteren Ohrarterien dem unterhalb der DARWIN-schen Spitze und hinter der Gehörgangsöffnung gelegenen Teile der Ohrmuschel, das der oberen hinteren Ohrarterien dem Gebiet zwischen DARWIN'scher Spitze und Ohrscheitel, den Crura anthelicis und der Fossa triangularis. Die betreffenden Arterien versorgen dabei unter Teilungen und im allgemeinen radiär zum freien Ohrrande gerichteten Verlauf zunächst die ganze mediale Fläche dieses Teiles der Ohrmuschel (Fig. 35), die oberen mehr oder weniger aufsteigend, die unteren horizontal nach hinten gerichtet und schließlich absteigend. Bogenförmige Anastomosen vereinigen mehrfach die radiären Aeste; die stärksten dieser Anastomosen pflegen in der dem Verlauf der Anthelix und deren Crus superius entsprechenden Rinne zu liegen, in welcher auch die untere der beiden oben erwähnten Anastomosen der A. helicis Platz findet (Fig. 35 *5*). Die nach hinten abwärts verlaufenden Zweige gelangen zum Ohrläppchen (Aa. lobuli posteriores; Fig. 35 *6*). Sie sind die Hauptarterien des Ohrläppchens und gelangen auf dessen laterale Fläche, indem sie bogenförmig um seinen freien Rand sich herumbiegen oder auch direkt die Substanz des Ohrläppchens durchbohren. Auf der lateralen Fläche finden sich die oben beschriebenen Anastomosen mit den Aa. lobuli anteriores (Fig. 34 *8*). Die übrigen in horizontaler oder aufsteigender Richtung zum hinteren Ohrrande gelangenden Zweige tragen wiederum in zweifacher Weise zur Versorgung der konkaven lateralen (Außen-)Fläche der Ohrmuschel bei. Ein größerer Ast (A. circumflexa posterior; Fig. 34 u. 35 *7*) gelangt nach längerem, längs des Ohrrandes aufsteigendem Verlauf etwas unterhalb der DARWIN'schen Spitze um den freien Rand herum auf die laterale Fläche der Ohrmuschel, wo er innerhalb der Scapha zahlreiche Anastomosen mit den Arterien dieser Fläche eingeht. — Bei weitem die meisten Zweige gelangen aber von der medialen zur lateralen Fläche durch Perforation des Knorpels (Aa. perforantes). Man kann diese perforierenden Zweige, je nachdem sie nahe dem freien Ohrrande perforieren oder mehr nach dem Centrum der Ohrmuschel zu, in Aa. perforantes marginales und centrales einteilen. — Die Aa. perf. marginales sind

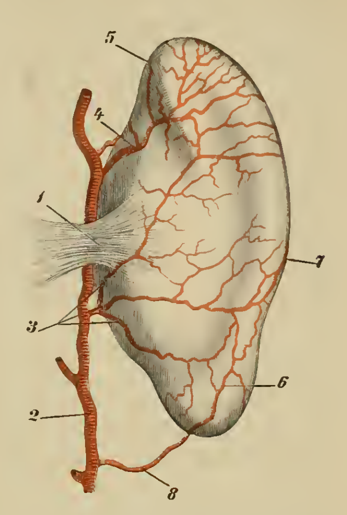


Fig. 35. Arterien der medialen Fläche der Ohrmuschel. *1* M. auricularis posterior, *2* A. auricularis posterior, *3* untere hintere Ohrarterien (3 divergierende Arterien), *4* obere hintere Ohrarterie, *5* untere Anastomose mit der A. helicis, *6* Aa. lobuli posteriores, *7* A. circumflexa posterior, *8* Ast eines Parotiszweiges zum Ohrläppchen.

in variabler Zahl als gewöhnlich feine Gefäße in der Nähe des freien Helixrandes vorhanden; eine stärkere ist häufiger im Gebiet der DARWIN'schen Spitze zu treffen. — Die Aa. perfor. centrales finden sich (wenn wir von den an der Basis des Ohrläppchens perforierenden Zweigen absehen) an folgenden Stellen: a) in der Spalte zwischen knorpeligem Antitragus und der Cauda helicis, bald einfach, bald mit 2 getrennten Stämmen, von denen der kleinere (A. antitragica; Fig. 34 *9*) nach vorn zum Antitragus und dessen Muskel, der hintere größere (A. caudae helicis; Fig. 34 *10*) zur Cauda helicis seine Zweige entsendet, die in aufsteigender Richtung unter Bildung eines reichen Anastomosennetzes mit der A. circumflexa posterior anastomosieren. b) Die A. perforans conchae (SCHRÖDER; Fig. 34 *11*) perforiert dicht hinter dem hinteren Rande der Gehörgangsöffnung den Knorpel mit 1—3 Aesten und breitet sich in der Concha propria aus. c) Die A. perforans cymbae (SCHRÖDER; Fig. 34 *12*). Sie ist die wichtigste und konstanteste der perforierenden Arterien. Sie durchbohrt das Crus helicis und verbreitet sich in aufsteigender Richtung in der Cymba conchae und den benachbarten Teilen der Anthelix und des Crus anthelicis inferius. Im abgebildeten Falle tritt sie mit 2 schon getrennten Aesten oberhalb und unterhalb des Crus helicis ein. d) Die A. perforans fossae triangularis (Fig. 34 *13*) gelangt innerhalb der Fossa triangularis zur Durchbohrung und versorgt diese, sowie das Crus anthelicis superius, die obere Fläche des Crus inferius und anastomosiert wie die vorigen nach hinten mit den die Scapha erfüllenden anastomotischen Netzen des Gebietes der A. circumflexa posterior. Sie fehlt sehr häufig und wird in diesem Falle entweder durch Zweige der A. helicis ersetzt (A. circumflexa anterior), die dann also weit in das Gebiet der hinteren Ohrarterien übergreifen können oder es gelangen aufsteigende Zweige der A. perforans cymbae in dies Gebiet (eigene Beobachtung).

2) Aeußerer Gehörgang.

Der sich an den Tragus anschließende knorpelige Teil des äußeren Gehörganges wird versorgt a) von den oben erwähnten Zweigen der A. tragica, b) von feinen Zweigen der A. temporalis media und A. transversa faciei (SCHRÖDER), c) in seinem medialsten Abschnitt von der A. auricularis profunda, welche mit ihren Aesten teils durch das den knöchernen und knorpeligen Gehörgang verbindende fibröse Gewebe, teils durch das Os tympanicum hindurch zur Haut des äußeren Gehörganges gelangt. Sie versorgt außer dem medialen Abschnitt des knorpeligen Gehörganges auch den ganzen knöchernen Gehörgang und den äußeren cutanen Ueberzug des Trommelfells. Ueber die Gefäße des letzteren siehe unter Trommelfell.

B. Venen.

An der Ohrmuschel begleiten meist je 2 mehrfach durch Queranastomosen verbundene Venen die Arterien. Durch Vv. perforantes stehen die Venen beider Flächen untereinander in Verbindung.

Entsprechend ihren Abflußgebieten hat man die Venen der Ohrmuschel in folgende Gruppen einzuteilen:

1) Die Vv. auriculares anteriores münden in die V. temporalis superficialis.

2) Die Vv. auriculares posteriores, 3—4 an Zahl, münden in ein hinter dem Ohre gelegenes Netz, welches vorzugsweise in der V. jugularis externa, aber auch in der V. facialis posterior seinen Abfluß besitzt. Auch Venen der unteren Fläche des knorpeligen Gehörganges (Vv. auriculares inferiores) münden in jenen Teil des Venennetzes, welcher mit der V. facialis posterior in Verbindung steht.

Die Venen des Gehörganges, Vv. auriculares profundae, welche dem knöchernen Gehörgange und einem kleinen Teile des knorpeligen entstammen, münden in das Venengeflecht hinter dem Gelenkteil des Unterkiefers.

Nach Schröder ziehen auch an der oberen Wand des Gehörganges Venen (Vv. auriculares superiores) nach aufwärts „in das über dem Schädel ausgebreitete Venengeflecht“.

C. Lymphgefässe.

Die Lymphgefäße der Ohrmuschel, welche von Sappey untersucht sind, entspringen dicht unter der Epidermis in den papillären Erhebungen der Cutis, den interpapillären Räumen und in der Umgebung der Haarbälge und Talgdrüsen als ein Netz sternförmiger kommunizierender Lakunen, aus denen netzförmig sich verbindende Lymphgefäßkapillaren entstehen. Aus diesen entwickeln sich die abführenden Lymphgefäße, welche nach 3 Richtungen hin die Ohrmuschel verlassen:

1) Die vorderen Lymphgefäße zerfallen wiederum in 2—4 untere und etwa 3 obere. Erstere entstehen aus der Cavitas conchae und dem äußeren Gehörgange und senken sich in eine unmittelbar vor dem Tragus gelegene Lymphdrüse ein; die oberen entspringen aus der Fossa triangularis und dem aufsteigenden Teile der Helix, gelangen um den Helixrand herum auf die mediale Fläche der Ohrmuschel und senken sich in die höchst gelegene der hinter dem Ohr befindlichen Glandulae mastoideae ein.

2) Die hinteren Lymphgefäße, 5 an Zahl, entstehen an der konkaven Seite der Ohrmuschel aus dem Gebiete der Helix und Anthelix, umgreifen den Ohrrand und münden in die Glandulae mastoideae.

3) Die 7—8 unteren Lymphgefäße entwickeln sich aus dem Lobulus auriculae und begeben sich zu den unmittelbar unter dem äußeren Gehörgange innerhalb der Parotis gelegenen Lymphdrüsen.

D. Nerven.

Die motorischen Nerven der kleinen Muskeln der Ohrmuschel stammen sämtlich aus dem Facialis, und zwar werden die Mm. helicis major, minor, tragicus und antitragicus von den Rami temporales n. facialis, die Mm. transversus und obliquus auriculae vom R. auricularis posterior versorgt.

Die sensiblen Nerven der Ohrmuschel stammen vorn für die Haut des Tragus und der aufsteigenden Helix aus den Rr. auriculares anteriores des N. auriculotemporalis, für den größeren

Teil der übrigen Ohrmuschel nebst dem Ohrläppchen aus dem N. auricularis magnus des dritten Cervicalnerven.

Die Haut des äußeren Gehörganges erhält aus dem N. auriculotemporalis die Nn. meatus auditorii interni, und zwar gewöhnlich zwei, einen oberen und einen unteren (Henle), welche an der Verbindungsstelle vom knöchernen und knorpeligen Gehörgang eintreten. Der obere derselben entsendet längs des sogenannten Cutisstreifens einen N. membranae tympani zum Trommelfell. Auch vom R. auricularis vagi gelangt ein Zweig zum äußeren Gehörgang, und zwar zur hinteren Wand des knöchernen Gehörganges, während ein anderer Zweig des R. auricularis vagi sich mit dem N. auricularis posterior des Facialis verbindet und in der Bahn des letzteren sensible Fäden zur medialen Fläche der Ohrmuschel gelangen läßt, ja mit einem Faden sogar den Ohrknorpel perforiert, um am oberen Rande des Crus helicis zur Haut an der konkaven Seite der Concha zu gelangen.

Im übrigen ist auf die Darstellung der peripheren Nerven in diesem Handbuche zu verweisen. Ueber die Nerven des äußeren Ohres sind besonders zu vergleichen die Arbeiten von Hasse und Frohse, sowie über den N. auricularis vagi auch Eisler.

Litteratur.

1) **Albinus, B. S.**, *De cartilagine auriculae, Annot. acad. lib. VI.*

2) **Alzheimer, A.**, *Ueber die Ohrenschmalzdrüsen, Verhandl. d. Würzburger physik.-med. Gesellschaft, Neue Folge Bd.* 22, 1888.

3) **Beauregard, H.**, *Recherches sur l'appareil auditif chez les mammifères, Journal de l'anat. et de la phys.* 1893.

4) **Benda, C.**, *Das Verhältnis der Milchdrüse zu den Hautdrüsen, Dermatologische Zeitschrift* 1893 *S.* 110.

5) **Van Beneden, M. P. J.**, *Note sur l'oreille externe des oiseaux de proie nocturnes, Mémoires de la Soc. Royale des sciences de Liége.*

6) **Bertelli, D.**, *Il muscolo temporale superficiale, Atti della Soc. Toscana di scienze naturali Vol. X,* 1889.

7) *Derselbe, Il muscolo auriculare anteriore, Processi verbali della Società Toscana di scienze naturali* 1889.

8) **Bertillon, A.**, *Instructions signalétiques. Nouvelle édition* 1893 *p.* 66—79.

9) **Bezold, F.**, *Die Korrosionsanatomie des Ohres, München* 1882.

10) **Binder**, *Das Morel'sche Ohr, Archiv f. Psychiatrie u. Nervenkrankheiten XX,* 1889, *S.* 514 *ff.*

11) **Birmingham, A.**, *The muscles of the external ear, Dublin Journal of med. science, Ser.* 3 *No.* 274 *p.* 288—302.

12) **Böke, J.**, *Der Meatus auditorius externus im allgemeinen und die Verknöcherung der vorderen und unteren Wand desselben im besonderen, Virchow's Archiv Bd.* 29, 1864.

13) **Boulland**, *Des plis du pavillon de l'oreille au point de vue de l'identité, Gazette médicale de Paris* 1890 *No.* 37.

14) **Buchanan.** *Physiological illustrations of the organ of hearing, London* 1828.

15) **Buck, A. H.**, *Beitrag zur Anatomie des Elephantenohres. Americ. Otol. Soc.* 17. *Juli. New York medical Journal* 1888.

16) *Derselbe, A revised description of the anatomy of the elephant's ear, Transactions of the Americ. Otol. Soc. Vol. IV,* 1890.

17) **Bürkner, K.**, *Zur Kasuistik der Knochenlücken im Schläfenbein, Archiv f. Ohrenheilk. Bd.* 13, 1878.

18) *Derselbe, Kleine Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie des Gehörorgans, ebendas. Bd.* 13, 1878.

19) **Chiarugi, G.**, *Il tuberculo di Darwin e la direzione dei peli nel padiglione dell' orecchio umano, Bollett. della sezione dei cultori delle sc. mediche nella R. Università dei fisiocritici di Siena, Anno* 6 *Fasc.* 11.

20) **Ciniselli, G.**, *Note istologiche sull' organo dell' udito, Archivio per le science mediche V,* 1882.

21) **Comparetti, A.**, *Observationes anatomicae de aure interna comparata, Patavii* 1789.

22) **Cuvier**, *Leçons d'anatomie comparée T. III*, 1845.
23) **Ehlers, E.**, *Beiträge zur Kenntnis des Gorilla und Chimpanse*, *Abhandl. d. Kgl. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen* 1881.
24) **Eisler**, *Das Gefäfs- und periphere Nervensystem des Gorilla*, *Halle* 1890, *S.* 27.
25) **Ellis, H. Havelock**, *The ear in criminels*, *The Lancet Vol. I*, 1890.
26) **Ercolani, G. B.**, *Note anatomiche sull' orecchio esterno e sul timpano negli uccelli*, *Annuario della Società dei naturalisti di Modena*, *Serie* 2 *Anno IX Fasc.* 3, 1875.
27) **Eyle**, *Frl.* **P.**, *Ueber Bildungsanomalien der Ohrmuschel. Dissert. Zürich* 1891.
28) **Féré, Ch.** *et* **Séglas, J.**, *Contribution à l'étude de quelques variétés morphol. du pavillon de l'oreille humaine*, *Revue d'anthrop.* 1886.
29) **Frigerio, L.**, *L'oreille externe*, *Archives d'anthrop. criminelle T.* 3, 1888.
30) **Frohse**, *Die oberflächlichen Nerven des Kopfes*, 1895.
31) **Garrison, H. D.**, *Form of the human ear*, *Proceed. of the American Association for the advancement of science*, 33. *meeting*, *Indianopolis*, *Salem* 1891.
32) **Gradenigo, G.**, *Die Formentwickelung der Ohrmuschel mit Rücksicht auf die Morphologie und Teratologie derselben*, *Centralbl. f. mediz. Wissensch.* 1888; *dasselbe*, *italienisch*, *Archivio per le scienze mediche XII*, 1888.
33) *Derselbe*, *Ricerche antropologiche sul padiglione dell' orecchio*, *Giornale della R. Accad. di medicina* 1889.
34) *Derselbe*, *Das Ohr des Verbrechers*, *Archiv f. Ohrenheilk. Bd.* 28, 1889.
35) *Derselbe*, *L'oreille chez les criminels*, *Annales des maladies de l'oreille etc.* 1889.
36) *Derselbe*, *Zur Morphologie der Ohrmuschel bei gesunden und geisteskranken Menschen und bei Delinquenten*, *Archiv f. Ohrenheilk. Bd.* 30, 1890.
37) *Derselbe*, *Beitrag zur Morphologie der Anthelix der menschlichen Ohrmuschel*, *Zeitschr. f. Ohrenheilk. Bd.* 21, 1891.
38) *Derselbe*, *Ueber die Formanomalien der Ohrmuschel*, *Archiv f. Ohrenheilk. I. Bd.* 32, *II. Bd.* 33, 1891.
39) *Derselbe*, *Mifsbildungen der Ohrmuschel*, *ebendas. Bd.* 34, 1893.
40) *Derselbe*, *Ueber einen Fall von partiellem Mangel des Ohrläppchens*, *ebendas. Bd.* 34, 1893.
41) **Graff, L. v.**, *Zur Naturgeschichte des Auerhahns*, *Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd.* 41, 1884.
42) **Gray, R.**, *The external auricular opening and the external auditory meatus in the Greenland-right wale*, *Balaena mysticetus*, *Journal of anat. and phys. Vol.* 23 *Pt. II* 1889.
43) **Gruber, J.**, *Untersuchungen über die Anatomie des äufseren Gehörganges mit besonderer Rücksicht auf die praktische Ohrenheilkunde*, *Monatsschr. f. Ohrenheilk. II u. III*, 1868 *u.* 1869.
44) **Günther**, *Beobachtungen über die Entwickelung des Gehörorgans bei Menschen und höheren Säugetieren*. *Leipzig* 1842.
45) **Hannover**, *De cartilaginibus, musculis, nervis auris externae*, *Havn.* 1839.
46) **Hasse, C.**, *Handatlas der sensiblen und motorischen Gebiete der Hirn- und Rückenmarksnerven*, 36 *Tafeln*, 1895, *Tafel III u. VII.*
47) **Henle, J.**, *Allgemeine Anatomie*, 1840 (*Ohrenschmalzdrüsen*).
48) **Hertwig, O.**, *Entwickelungsgeschichte des menschlichen Ohres*, *Handbuch der Ohrenheilk.*, *herausgegeben von H. Schwartze*, *I. Bd.* 1892.
49) **His, W.**, *Mitteilungen zur Embryologie der Säugetiere und des Menschen*, *Archiv f. Anat. u. Entwickelungsgesch.* 1881.
50) *Derselbe*, *Anatomie menschlicher Embryonen*, *I.* 1880, *II.* 1882, *III.* 1885.
51) *Derselbe*, *Zur Anatomie des Ohrläppchens*, *Archiv f. Anat. u. Phys.*, *Anat. Abt.* 1889.
52) *Derselbe*, *Ueber das menschliche Ohrläppchen und über den aus einer Verbildung desselben entnommenen Schmidt'schen Beweis für die Uebertragbarkeit erworbener Eigenschaften*, *Anthropol. Korrespondenzbl.* 1889 *No.* 3.
53) **Howes, G. Boud**, *Some points in the anatomy of the porpoise* (*Phocaena communis*) (*Rudiment einer Ohrmuschel*), *Journal of anat. and phys. Vol.* 14, 1880.
54) **Hunt, D.**, *Ueber die Entwickelung des äufseren Gehörganges*, *American Journal* 1877 *No.* 5, 165.
55) **Hyrtl, J.**, *Bemerkungen über einige Gesichtsmuskeln und einen neuen Muskel des Ohres*, *Oesterreichische Jahrbücher Bd.* 21, 1840 (*M. styloauricularis*)
56) *Derselbe*, *Die Korrosionsanatomie und ihre Ergebnisse*, *Wien* 1873.
57) **Joseph, G.**, *Das Verhalten des äufseren Gehörganges und der Paukenhöhle bei den amerikanischen Affen*, *Monatsschr. f. Ohrenheilk.* 11. *Jahrg.* 1877 *No.* 8.
58) **Israel, O.**, *Angeborene Spalten des Ohrläppchens*, *Virchow's Archiv Bd.* 119, 1890 *p.* 241.
59) **Julia, J.**, *De l'oreille externe au point de vue anthropologique et médico-légal*, *Biblioth. d'anthrop. criminelle* 1889.
60) **Jung**, *Von dem äufseren Ohr und seinen Muskeln beim Menschen*, *Bericht über die Verhandl. d. Naturf. Gesellsch. in Basel VIII*, 1849.

61) Kastschenko, N., *Das Schicksal der embryonalen Schlundspalten bei Säugetieren, Archiv f. mikrosk. Anat. Bd.* 30, 1887.
62) Kaufmann, E., *Ueber ringförmige Leisten in der Cutis des äufseren Gehörganges, Wiener mediz. Jahrbücher* 1886.
63) Kessel, J., *Das äufsere und mittlere Ohr, Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben II*, 1871.
64) *Derselbe, Die Histologie der Ohrmuschel, des äufseren Gehörganges, Trommelfells und Mittelohres, Handbuch d. Ohrenheilk., herausgegeben von H. Schwartze, I. Bd.* 1892.
65) Kiesselbach, W., *Beitrag zur normalen und pathologischen Anatomie des Schläfenbeins mit besonderer Rücksicht auf das kindliche Schläfenbein, Archiv f. Ohrenheilk. Bd.* 14, 1879.
66) Killian, G., *Zur vergleichenden Anatomie und vergleichenden Entwickelungsgeschichte der Ohrmuskeln, Anatom. Anzeiger* 1890 *No.* 8.
67) *Derselbe, Die Ohrmuskeln des Krokodils nebst vorläufigen Bemerkungen über die Homologie des Musculus stapedius und des Stapes, Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss.* 24. *Bd* 1890.
68) Kirchner, W., *Ueber das Vorkommen der Fissura mastoideosquamosa und deren praktische Bedeutung, Archiv f. Ohrenheilk. Bd.* 14, 1879.
69) *Derselbe, Beitrag zur Topographie der äufseren Ohrteile mit Berücksichtigung der hier einwirkenden Verletzungen, Verhandl. d. Phys.-med. Gesellsch. in Würzburg N. F. Bd.* 16, 1881.
70) Kükenthal, W., *Vergleichend-anatomische und entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen an Waltieren II*, 1893 *S.* 350—355.
71) Kuhn, A., *Vergleichende Anatomie des Ohres, Schwartze's Handbuch der Ohrenheilkunde, I. Bd.* 1892.
72) Laloy, L., *Malformation héréditaire du pavillon d'oreille, L'Anthropologie* 1890.
73) Langer, C., *Ueber Form- und Lageverhältnisse des Ohres, Mitteil. d. Anthropol. Gesellsch. in Wien II*, 1882.
74) Lannois, M., *Pavillon de l'oreille chez les sujets sains, Archives d'anthrop. crimin. T. VII*, 1892.
75) Laycock, *Ueber die Form der Ohren, Medical Times, March* 16, 1872.
76) Ledouble, *Malformations des muscles de l'oreille, Journal de l'anat. et de phys.* 1894 *No.* 1.
77) Lombroso, *Der Verbrecher*, 1887.
78) Löwe, L., *Ueber ein Verfahren, Gipsabgüsse vom Gehörgang und Trommelfell des Lebenden zu gewinnen, Monatsschr. f. Ohrenheilk.* 1889.
79) Merkel, F., *Handbuch der topographischen Anatomie Bd. I*, 1890 *S.* 485—517.
80) Meyer, L., *Die pathologischen Gewebsveränderungen des Ohrknorpels und deren Beziehungen zur Ohrblutgeschwulst, Virchow's Archiv Bd.* 33, 1865.
81) *Derselbe, Ueber das Darwin'sche Spitzohr, ebendas. Bd.* 53, 1871.
82) Moldenhauer, W., *Zur Entwickelung des mittleren und äufseren Ohres, Morphol. Jahrbuch III*, 1877.
83) *Derselbe, Die Mifsbildungen des menschlichen Ohres, Handbuch der Ohrenheilk., herausgegeben von H. Schwartze* 1892.
84) Murie, J., *On the organisation of the Caaing whale (Globiceps melas), Transactions of the Zool. Soc. of London T. VIII*, 1872—1874.
85) Ornstein, B., *Ein Beitrag zur Vererbungsfrage individuell erworbener Eigenschaften, Anthropol. Korrespondenzbl.* 1889 *S.* 49.
86) Ostmann, *Die Bedeutung der Incisurae Santorini als Schutzvorrichtungen, Archiv f. Ohrenheilk. Bd.* 33, 1892.
87) *Derselbe, Ueber das Abhängigkeitsverhältnis der Form des äufseren Gehörorgans von der Schädelform, Monatsschr. f. Ohrenheilk.* 27. *Jahrg.* 1893 *No.* 3.
88) *Derselbe, Beiträge zu dem Vorkommen von Exostosen des äufseren knöchernen Gehörganges bei den verschiedenen Völkerrassen, ebendas* 1894.
89) Pappenheim, *Beiträge zur Struktur des gesunden Ohres, Froriep's Notizen* 1838 *No.* 141.
90) Pareidt, *De chondromalacia, Diss. Hallis* 1864.
91) Poirier, P., *Traité d'anatomie médico-chirurgicale, Fasc.* 1, *Tête (crane-encéphale-oreille), Paris* 1892.
92) Rabl-Rückhard, J. J., *De aurium cartilagine reticulata, Diss. Berlin* 1862.
93) Richards, H., *A further report on the anatomy of the elephant's ear, Transact. of the Americ. Otol. Society Vol. IV*, 1890.
94) Rohrer, F., *Ueber Bildungsanomalien der Ohrmuschel, Wiener mediz. Wochenschr.* 1894 *No.* 1.
95) *Derselbe, Zur Kasuistik des angeborenen „Coloboma lobuli auriculae", Archiv f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt.* 1894.
96) Rüdinger, *Beiträge zur Anatomie des Gehörorgans etc., München* 1876.

97) **Ruge, G.**, *Ueber die Gesichtsmuskulatur der Halbaffen, Morphol. Jahrbuch XI*, 1886.
98) *Derselbe, Untersuchungen über die Gesichtsmuskulatur der Primaten*, 1887.
99) *Derselbe, Die vom Facialis innervierten Muskeln des Halses, Nackens und des Schädels eines jungen Gorilla* (*„Gesichtsmuskeln“*), *Morphol. Jahrbuch XII*, 1887.
100) **Santorini, J. D.**, *De aure exteriore, Observat. anat., Venet* 1724.
101) **Sappey, Ph. C.**, *Anatomie, physiologie, pathologie des vaisseaux lymphatiques, Paris* 1885.
102) *Derselbe, Traité d'anatomie descriptive*, 3. *édition, T. III, Paris* 1877.
103) **Scarpa, A.**, *Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu, Ticini* 1789.
104) **Schäffer, O.**, *Ueber die Vererbung fötaler Ohrformen und die Häufigkeit des Vorkommens derselben bei Erwachsenen, Sitzungsber. d. Gesellsch. f. Morphol. u. Phys. zu München* 1892.
105) *Derselbe, Ueber die fötale Ohrentwickelung, die Häufigkeit fötaler Ohrformen bei Erwachsenen und die Erblichkeitsverhältnisse derselben, Archiv f. Anthropol. Bd.* 21, 1892.
106) **Schimkewitsch, Wl.**, *Die Ohrmuschel der Wirbeltiere, Revue d. sc. nat. soc. St. Pétersbourg Année* 2, 1893 *No.* 9 *p.* 317—320. (*Russisch.*)
107) **Schmidt, E.**, *Ueber Vererbung individuell erworbener Eigenschaften, Anthropol. Korrespondenzbl.* 1888 *S.* 144.
108) **Schröder, H.**, *Untersuchungen über das Blutgefäfssystem des äufseren Ohres, Dissert. Jena* 1892.
109) **Schwalbe, G.**, *Lehrbuch der Anatomie der Sinnesorgane*, 1887 *S.* 407—439.
110) *Derselbe, Das Darwin'sche Spitzohr beim menschlichen Embryo, Anatom. Anzeiger IV*, 1889.
111) *Derselbe, Inwiefern ist die menschliche Ohrmuschel ein rudimentäres Organ? Archiv f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt.* 1889.
112) *Derselbe, Ueber die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte des Ohrknorpels, Deutsche mediz. Wochenschr.* 1889 *No.* 15.
113) *Derselbe, Beiträge zur Anthropologie des Ohres, Internat. Beiträge zur wissensch. Medizin, Festschrift, R. Virchow gewidmet, Bd. I*, 1891.
114) *Derselbe, Zur Methodik statistischer Untersuchungen über die Ohrformen von Geisteskranken und Verbrechern, Archiv f. Psychiatrie Bd.* 27, 1895
115) *Derselbe, Ueber den Gehörgangwulst der Vögel, Archiv f. Anat. u. Phys., Anat. Abt.* 1890.
116) *Derselbe, Ueber Auricularhöcker bei Reptilien, Anatom. Anzeiger* 1892.
117) **Seligmann**, *Sitzungsber. d. K. Akademie d. Wissensch. in Wien* 1864 *No.* 8.
118) **Spence, Th. B.**, *A comparison of the external and middle ear of man and the cat, Proceed. of the American Society of microscopists* 1890.
119) **Stahl, Fr. K.**, *Einige Skizzen über Mifsgestaltungen des äufseren Ohres, Allgem. Zeitschr. f. Psychiatrie* 16. *Bd.* 1859 *S.* 479 *ff.*
120) **v. Swiecicki**, *Zur ontogenetischen Bedeutung der kongenitalen Fissuren des Ohrläppchens, Archiv f. Anat. u. Physiol., Anat. Abt.* 1890
121) **Symington, J.**, *The external auditory meatus in the child, Journal of anat. and phys. Vol.* 19 *P. III* 1885.
122) *Derselbe, The anatomy of the child*, 1887 *p* 46, 47.
123) **Tataroff, D.**, *Ueber die Muskeln der Ohrmuschel und einige Besonderheiten des Ohrknorpels, Archiv f. Anat. u. Phys. Anat. Abt.* 1887.
124) **Tillaux**, *Traité d'anatomie topographique*, 3. *édition, Paris, Asselin & Co.* 1882
125) **Topinard**, *Éléments d'anthrop. générale*, 1885.
126) **v. Tröltsch**, *Die Anatomie des Ohres, Würzburg* 1861.
127) *Derselbe, Die Anatomie des äufseren und mittleren Ohres samt der Sektionstechnik des Gehörorgans, Lehrbuch d. Ohrenheilk.* 7. *Aufl. Leipzig* 1881.
128) **Tuttle, A. H.**, *The relation of the external meatus, tympanum and Eustachian tube to the first visceral cleft, Proceed. of the American Acad. of arts and sciences* 1883—1884.
129) **Urbantschitsch, V.**, *Das Lumen des äufseren Gehörganges bei Embryonen und Neugeborenen, Mitteil. a. d. embr. Institut in Wien* 2. *Heft* 1878.
130) **Váli, E.**, *Die morphologischen Veränderungen der Ohrmuschel bei Gesunden, Geisteskranken und Idioten, Allgem. Wiener mediz. Zeitung* 1891 *No.* 11.
131) *Derselbe, Untersuchungen an Verbrechern über die morphologischen Veränderungen der Ohrmuschel, Archiv f. Ohrenheilk. Bd.* 34, 1893.
132) **Valsalva**, *De aure humana*, 1707.
133) **Variot et Chatellier**, *Malformation congénitale du pavillon de l'oreille gauche etc., Bull. de la Soc. d'anthrop de Paris* 1891.
134) **Variot, G.**, *Un cas de malformation congénitale et un cas d'anomalie du pavillon de l'oreille chez des enfants, Gazette méd de Paris Année* 62; *Bull. de la Soc. d'anthrop. de Paris* 1891.

135) Virchow, R., *Ueber krankhaft veränderte Knochen alter Peruaner*, *Sitzungsber. d. Berl. Akademie L*, 1885.

136) Vohsen, *Ausgüsse des äufseren Gehörganges mit Wood'schem Metall*, *Versamml. d. Deutsch. otol Gesellsch. zu Frankfurt a. M.* 1893, *Archiv f. Ohrenheilk. Bd.* 35.

137) Warner, F., *Form of ear as a sign of defective development*, *The Lancet Vol. I*, 1890.

138) Weber-Liel, *Ueber die chronischen Entzündungszustände des äufseren Gehörganges und die anatomischen Verhältnisse desselben*, *Monatsschr. f. Ohrenheilk. III*, 1869 *No.* 3, 6, 7.

139) Welcker, H., *Ueber knöcherne Verengerung und Verschliefsung des äufseren Gehörganges*, *Archiv f. Ohrenheilk. Bd. I*, 1864.

140) Wilhelm, E., *Matériaux pour servir à l'étude anthropologique du pavillon de l'oreille*, *Revue biologique du Nord de la France T. IV*, 1891—1892.

141) Wurm, W., *Das Auerwild, dessen Naturgeschichte, Jagd und Hege*, *Stuttgart* 1874, 2. *Aufl. Wien* 1885.

142) *Derselbe*, *Die Taubheit des schleifenden Auerhahns*, *Zeitschr. f. wiss. Zoologie*, *Bd.* 41, 1885.

143) Zuckerkandl, E., *Zur Entwickelung des äufseren Gehörganges*, *Monatsschr. f. Ohrenheilk.* 1873 *No.* 3.

144) *Derselbe*, *Gehörorgan*, *Realencyklopädie der gesamten Heilkunde, herausgegeben von Eulenburg* 1887.

145) *Derselbe*, *Makroskopische Anatomie*, *Handbuch d. Ohrenheilk., herausgegeben von H. Schwartze, I. Bd.* 1892.

Nachtrag.

(Herbst 1897.)

Vorliegende Beschreibung des äußeren Ohres wurde der Verlagshandlung im April 1895 im Manuskript eingereicht, im Sommer 1896 noch mit einigen Zusätzen versehen. Seit dieser Zeit sind nun aber noch einige Arbeiten erschienen, die zum Teil etwas andere Resultate ergeben haben, als die im Text mitgeteilten. Da nun wegen Vollendung des Druckes eine Textänderung nicht mehr möglich war, so habe ich in diesem Nachtrag noch einige Titel zum Literaturverzeichnis aufgeführt und die Arbeiten kurz besprochen, welche abweichende oder neue Ergebnisse geliefert haben.

146) **Birmingham, A.**, *The muscles of the external ear (preliminary report). Dublin Journ. of medical science. October* 1894. 16 *pp.*

147) **Talbot, E. S.**, *The degenerate ear. Journal of the American medical Association. January* 11 *and* 18, 1896. 31 *pp.*

148) **v Luschan**, *Defekte des Os tympanicum an künstlich deformierten Schädeln von Peruanern. Zeitschr. f. Ethnologie*, 28. *Jahrg.* 1896. *Verhandl. d. Berliner Gesellsch. f. Anthrop. Ethn. u. Urgeschichte. S.* 69—74. 1 *Tafel.*

149) **Münch, F. E**, *Ueber die Entwickelung des Knorpels des äufseren Ohres. Morpholog. Arbeiten VII. S.* 583 *ff.* 3 *Tafeln.* 1897.

150) **Ruge, G.**, *Das Knorpelskelet des äufseren Ohres der Monotremen — ein Derivat des Hyoidbogens Morphol. Jahrbuch. Bd.* 25. *S.* 202—223. 1897.

Zu S. 145 ff.

Entwickelung des Ohrknorpels.

Die von mir oben gemachten Angaben über die Anlage des Ohrknorpels sind nach der eben veröffentlichten, in meinem Laboratorium ausgeführten Arbeit von Münch (149) zu modifizieren. Durch Plattenmodelle kontrollierte Untersuchungen embryonaler menschlicher Ohren haben ergeben, daß der Ohrknorpel einheitlich angelegt wird, daß sich aber, etwa im 3. bis 4. Monat des embryonalen Lebens, eine allmähliche Sonderung geltend macht. Diese führt 1) im Gebiet des Gehörgangknorpels zur Abgliederung der 3 genannten Stücke: Tragusplatte, Mittelspange und Basalstück, welche Abschnitte jedoch beim Menschen durch eine, beim Neugeborenen allerdings sehr schmale Brücke stets in Verbindung bleiben. 2) An der Uebergangsstelle des Crus helicis in die aufsteigende Helix bahnt sich bei menschlichen Embryonen ebenfalls eine Abgliederung der Spina an, die aber nicht vollständig erfolgt, sondern früher als die Gliederung des äußeren Gehörganges in den definitiven Zustand breiterer Verbindung übergeht. Trotz dieser Modifikationen meiner oben S. 147 und S. 149 ausgesprochenen Ansichten bleiben die

dort durchgeführten Vergleichungen zu vollem Recht bestehen. Die 3 durch die Incisurae Santorini unvollständig abgegrenzten Stücke des Gehörgangknorpels entsprechen bei vielen Säugetieren vollständig getrennten Stücken. Ebenso ist die Homologisierung der Spina helicis mit dem Scutulum vollkommen aufrecht zu erhalten. Prozesse, die in der Ontogenie der menschlichen Ohrmuschel nicht bis zur völligen Abgliederung führten, bewirken bei verschiedenen Säugetieren (Marsupialier, Ungulaten, Carnivoren) eine vollständige Abgliederung der betreffenden Stücke. Die Einheitlichkeit des Ohrmuschelknorpels bleibt aber beim Menschen erhalten. Sehr bemerkenswert ist es nun, daß neuerdings RUGE (150) diese Einheitlichkeit des Ohrknorpels auch für die ältesten lebenden Säugetierformen, Echidna und Ornithorhynchus, konstatierte. Nach RUGE's Untersuchungen ist ferner der Ohrknorpel von Echidna mit dem Hyoidbogen in kontinuierlichem Zusammenhange, ein Derivat des Hyoidbogens. Die Ontogenie des Menschen hat bisher keine Beobachtungen ergeben, welche auf eine Entstehung des Ohrknorpels vom Hyoidbogen hinweisen.

Zu S. 161 und 175.

Exostosen im äußeren Gehörgang (S. 161) und Defekte im Os tympanicum (S. 175) [LUSCHAN (148)].

Auch LUSCHAN stimmt damit überein, daß die bei deformierten Peruanerschädeln gefundenen Exostosen des äußeren Gehörganges nicht durch die Deformation bedingt sind. Dagegen sind an deformierten Schädeln Defekte des Os tympanicum besonders häufig, in etwa 50 Proz. der Fälle vorhanden (Schädel aus Cuzko) und durch Druck auf das Os tympanicum bedingt, was indessen von VIRCHOW ebenfalls bestritten wird. LUSCHAN unterscheidet überhaupt 3 Arten von Defekten im Os tympanicum: 1) die gewöhnlichen Ossifikationslücken, 2) Läsionen, welche vom 30. Jahre an auftreten und möglichen Falls durch den Gelenkkopf des Unterkiefers erzeugt werden und 3) die erwähnten Defekte an deformierten Schädeln.

Mittelohr und Labyrinth.

Bearbeitet von

Prof. Dr. F. Siebenmann
in Basel.

A. Vergleichend-Anatomisches.

Das Gehörorgan sowohl der Wirbeltiere als auch der meisten übrigen Stämme des Tierreichs läßt sich auf eine einfache Grundform — das Gehörbläschen — zurückführen. Dieses Hörbläschen bildet sich aus einer Einstülpung des Ektoderms; es ist mit teilweise bewimpertem Epithel ausgekleidet und besitzt einen flüssigen Inhalt, in welchem ein oder mehrere Hörsteine (Otolithen oder Otokonien) suspendiert sind. Eine besondere Nervenbahn verbindet das Hörbläschen mit dem Centralnervensystem. Bei den niedereren Organismen fällt diesem Otolithenapparat lediglich die Funktion zu, Lage- und Stellungsveränderungen des Körpers zur Empfindung zu bringen; er wirkt bloß als statisches Organ. Erst bei den höher organisierten Tierstämmen tritt ein eigentliches akustisches Organ hinzu. Indessen finden wir, wenn wir die ganze Reihe der zehn Tierstämme nach dieser Richtung hin durchmustern, keinen vollkommenen Parallelismus zwischen dem Entwickelungsgrade des Gesamtorganismus und demjenigen des Ohres. Denn wie dies in der Phylogenese auch für andere Organe sich als Regel erweist, so sehen wir den Otolithenapparat in seiner Ausbildung zurückgehen oder sogar gänzlich verschwinden, sobald die Lebensweise des Tieres eine derartige wird, daß er leicht entbehrt werden kann. Selbst relativ hochorganisierte Tiere besitzen, wenn ihnen die Bewegungsorgane fehlen oder gar wenn sie mit dem Boden fest verwachsen leben, nur rudimentäre oder gar keine Gehörbläschen.

I. Bei den einzelligen **Protozoen** fehlen eigentliche Sinnesorgane; daß aber die Bewimperung der Oberfläche dieser Tiere nicht nur der Nahrungsaufnahme und der Bewegung, sondern auch statischen Zwecken dient, ist sehr wahrscheinlich.

II. Bei dem nächsthöher organisierten Stamme — den **Cölenteraten** oder Pflanzentieren — finden wir zum ersten Male deutliche Sinnesorgane. Die Ausbildung derselben steht in direkter Beziehung zur Lebensweise: Bei den Schwämmen fehlen sie noch durchgehends; bei den übrigen festsitzenden Formen (Hydroiden, Korallen) sind bloß Tastorgane vorhanden, bei den freischwimmenden Formen aber (Acraspeden, Craspedoten, Siphonophoren und Ctenophoren) kommen außerdem noch Gebilde hinzu, welche als rudimentäre Anlagen von Ohr, Auge und Riechorgan gedeutet werden müssen. — Die Otolithenorgane der Cölenteraten kommen in 3 Haupttypen vor und zwar:

1. in Form von Ausstülpungen der ganzen Körperwand (des Ekto- und Entoderm) als sogen. Hörkolben oder akustische Tentakel. Dieselben sind mit starren Haaren besetzt und tragen zuweilen auch

sogen. Augen; in ihrem (entodermalen) Hohlraum enthalten sie Otolithen. Als Uebergang zu der folgenden Form finden sich Hörkolben, welche von einem wallartigen, ebenfalls bewimperten Sinnespolster umgeben sind. Schließt sich dieses becherförmige Polster über dem Hörkolben, so kommt ein bläschenförmiges Organ zustande.

Als 2. Hauptform erscheinen die Hör- oder Randbläschen, deren primitivste Gestalt durch offene, grubenförmige Vertiefungen der Körperoberfläche — Einstülpungen des Ektoderms — dargestellt wird und welche, 8 bis mehrere hundert an der Zahl, auf der untern Seite am Rande der Medusenscheibe sitzen. Ihre Otolithen entstehen aus Zellen des Ektoderms.

Nach anatomischer und physiologischer Richtung gut untersucht ist der 3. Typus von „Hörorganen" bei den Cölenteraten — die sogen. Sinneskörper der Ctenophoren. Der Sinneskörper liegt am aboralen Pol der Rippenqualle; er besteht aus einer seichten, grubenförmigen Vertiefung, deren Grund gebildet wird durch verdicktes cilientragendes Epithel. Am Rande der Grube erhebt sich eine Membran, welche von allen Seiten her glockenförmig über die Grube zusammenneigt und sie, wenn auch unvollkommen, zu einem Bläschen schließt. Im Innenraum balanciert ein Haufe von kleinen, aus losgelösten Epithelzellen herausgebildeten Otolithen auf 4 in zitternder Bewegung befindlichen Federn. — Die einläßlichen Untersuchungen von Verworn haben ergeben, daß diese Organe der Sitz des statischen Sinnes sind.

III. Bei den **Plattwürmern** kommt ein Otolithenorgan nur in der Abteilung der Acölen, und unter den Alloiocölen bei der Familie der Monotiden vor. Dasselbe ist immer in der Einzahl vorhanden, liegt dem Gehirn an und besteht aus einem kleinen, kugeligen, mit Flüssigkeit gefüllten otolithenhaltigen Bläschen.

IV. Auch bei den **eigentlichen Würmern** ist das Otolithenorgan selten. Wo es aber vorkommt, da ist es paarig vorhanden. Die Otolithensäckchen liegen bei Arenicola an der Schlundkommissur im Kopfsegment und erhalten ihre Nerven direkt vom Hirn. Bei den Terebelliden und Serpeliden dagegen scheinen sie im 1. Rumpfsegment zu liegen; dadurch, daß sie hier vom unteren Schlundganglion aus innerviert werden, bilden sie einen Uebergang zum Gehörorgan der Mollusken.

V. Bei den **Crustaceen** besitzen die Decapoden einen typisch einfach gebauten paarigen Otolithenapparat. Derselbe liegt am Basalglied der vorderen Antennen und bildet eine grubenförmige Einsenkung der Chitinhaut, deren Oeffnung verlegt wird durch dichtstehende, vom Rande entspringende Borsten, seltener durch eine dünne, vorspringende Falte. Die Otolithen bestehen aus Sandpartikeln und anderen Fremdkörpern, welche von außen aufgenommen und von den sogen. Otolithenhaaren getragen werden. Außer den letzteren kommen häufig auch frei ins Lumen der „Hörgrube" hinein ragende Hörhaare vor. Der Hörnerv entspringt gemeinsam mit dem Antennennerv direkt im Hirn; zwischen Hirn und Otolithenapparat ist zum ersten Male ein Ganglion in den Hörnerv eingeschaltet. Bei Mysis liegt der Otolithenapparat seitlich in den inneren Lamellen des Schwanzfächers; sein Nerv steht in Verbindung mit dem letzten Ganglion des Bauchmarkes.

Bei den Crustaceen ist die statische Funktion des Otolithenappa-

rates experimentell erwiesen (Delage, Kreidl und Bunting). Zahlreiche Beobachtungen sprechen dafür, daß die Krebse auch hören.

VI. Bei den **Spinnen** und bei den meisten (namentlich bei den geflügelten) **Insekten** ist der statische Sinn hochentwickelt; eigentümlicherweise fehlt aber für sie bis jetzt der Nachweis eines Otolithenapparates. Nur bei den echten Spinnen sind zwei kleine, nahe am Hinterrand des letzten Gelenkes des 1. Beinpaares gelegene Löcher gefunden worden, welche mit einem farblosen, durchsichtigen Häutchen überdeckt sind, chitinöse Borsten tragen und einen Otolithen enthalten. — Auch über die Organe, welche der bei manchen Spinnen und Insekten nachgewiesenermaßen vorhandenen Schallwahrnehmung dienen, wissen wir nichts Sicheres. Die Ansicht von Gräber, daß den von ihm und Lee gefundenen sogen. chordotonalen Organen akustische Bedeutung zukomme, entbehrt noch der Stütze endgiltig beweisender physiologischer Experimente (Jourdan).

VII. Bei den **Mollusken** finden wir — die Amphineuren ausgenommen — durchgängig Hörbläschen (Otocysten), welche namentlich bei den guten Schwimmern hoch entwickelt sind. Sie werden gebildet durch ein paariges Organ, welches gewöhnlich im Fußteil des Körpers, seltener an den Seitenteilen der Stirnregion sitzt. Dasselbe stellt ein otolithenhaltiges Bläschen dar, welches entweder allseitig geschlossen ist oder durch einen langen Kanal an der Oberfläche des Fußes offen ausmündet. Als eine neue, in phylogenetischer Beziehung bemerkenswerte Erscheinung ist die Mitbeteiligung des Mesoderms an der Bildung dieses Hörbläschens zu erwähnen; letzteres besteht sogar hauptsächlich aus Bindegewebe und besitzt bei den Cephalopoden eine knorpelige Hülle. Sein Inneres ist ausgekleidet mit bewimperten Epithelzellen, deren Gruppierung schon etwas komplizierter ist und namentlich bei den Cephalopoden an die vestibularen Nervenendstellen höherer Tiere erinnert. Der Hörnerv wurzelt stets im Cerebralganglion, auch wenn die Otocyste im Fußteil sich befindet; bei den Cephalopoden teilt er sich zum ersten Male in 2 Aeste, wovon der eine in der „Crista acustica", der andere in der „Macula acustica" endigt. Delage erzielte durch Zerstörung des Ohrbläschens bei Octopus charakteristische Bewegungsstörungen.

VIII. Beim Stamm der **Echinodermen** findet sich, entsprechend dem geringen Bewegungsvermögen dieser Tiere, der Otolithenapparat nur unvollkommen ausgebildet, oder er fehlt ganz. Als Orientierungsorgane sind zu betrachten: die „Otocysten" der Holothurieen (Seewalzen). Wahrscheinlich gehören auch hierher die „Sphäridien" der Echinoideen (Seeigel). Die Synaptiden tragen 5 Paare von Otocysten in der Gegend der Tentakel; jedem der 5 Nervenstämme liegt ein Paar dieser „Gehörbläschen" auf seiner Außenseite auf und mit dem radiären Nervenstamm ist jedes Bläschen durch einen besonderen Nerv verbunden. Die Elasipoden besitzen eine größere Zahl (14—100) Gehörbläschen.

Die Sphäridien der Echinoideen sind keulenförmige, kalkige, mit pigmentiertem Flimmerepithel überzogene Gebilde, welche — wie die Tentakel der Medusen — sich frei erheben oder in grubenförmigen Vertiefungen der Körperoberfläche sitzen.

IX. In Beziehung auf die specifischen Sinnesorgane steht auf einer noch niedrigern Stufe der Stamm der **Enteropneusten**, im

Sand oder Schlamm lebender Meerestiere, bei welchen ein Otolithenapparat gänzlich fehlt.

X. Bei den **Vertebraten** findet sich der Otolithenapparat in der Einfachheit, wie die niederen Tierstämme ihn besitzen, nur noch im Larvenstadium, z. B. bei der Kaulquappe.

Durch die ganze Reihe der Wirbeltiere hinauf ist das häutige Labyrinth stets umgeben zunächst vom sogen. perilymphatischen Raum und mit diesem eingeschlossen in eine feste Kapsel, welche bei einem Teil der Fische knorpelig, bei den übrigen Wirbeltieren aber knöchern ist und welche gegen die Gehirnhöhle meist offen steht.

Schon bei der niedrigsten Fisch-Gattung, den Myxinoiden, tritt zu dem Otolithenbläschen mit der Macula acustica ein (von Retzius als Utriculus gedeuteter) einfacher Bogengangapparat mit 2 noch otolithenhaltigen Ampullen, so daß der Hörnerv mit seinem Ramus anterior und posterior an 3 Endstellen sich verteilt. Bei der nächsthöheren Fischgattung, den Neunaugen, erscheinen 2 Bogengänge mit je 1 Ampulle und außerdem noch eine ungewöhnlich lange Macula acustica, welche wahrscheinlich den vereinigten Macula recessus utriculi, Macula sacculi und Papilla lagenae enspricht. Bei den höhern Fischen gliedert sich das häutige Labyrinth in eine Pars superior und eine Pars inferior. Die Pars superior besteht aus den 3 Bogengängen mit ihren Ampullen, sowie aus dem Utriculus mit den Nervenendstellen des Recessus und der von Retzius bei einer Anzahl von Fischen gefundenen Macula neglecta; in der Pars inferior tritt am Sacculus als erste Anlage der Schnecke ein kleiner knopfförmiger Anhang auf, welcher mit Sinnesepithel versehen und otolithenhaltig ist — die Lagena. — Die Pars inferior und superior sind entweder ganz voneinander getrennt oder miteinander verbunden durch den sehr verschieden weiten Ductus utriculosaccularis. Bei den Selachiern oder Elasmobranchiern (Haie, Rochen, Meerkatzen) mündet der Ductus endolyenphaticus frei auf der Oberfläche der Kopfhaut. Der Hörnerv spaltet sich in 3 Hauptäste, deren einer zur vorderen und äußeren Ampulle sowie zum Resessus utriculi, der zweite zu Sacculus und Lagena, der dritte zur Ampulla posterior und eventuell zur Macula neglecta hinzieht. — Der Otolithen- und Bogengangapparat der Fische zeichnet sich vor denjenigen der übrigen Vertebraten aus durch seine relativ bedeutende Größe; aber auch was die Gliederung und Innervierung anbelangt, steht er auf der höchsten Stufe der Entwickelung. Bemerkenswert ist bei einem Teil der Knochenfische das Verhalten der Schwimmblase zum statischen Teil des Labyrinthes, indem erstere sich an letzteren entweder direkt anlegt oder indirekt mit ihm in Verbindung tritt durch ein System von Knöchelchen und duralen Hohlräumen. — Bei den Dipnoërn zeigt wie bei einem Teil der haiartigen Fische (Elasmobranchiern) der Recessus utriculi insofern ein sonderbares Verhalten, als er vom übrigen Utriculus getrennt direkt in den Sacculus einmündet.

Kreidl hat an Goldfischen, später auch für die Karpfen bewiesen, daß dieselben (und wahrscheinlich alle Fische) nicht hören, aber daß sie auf Schallwellen reagieren, welche sie durch einen besonders entwickelten Hautsinn empfinden. Vermutlich wirken nach dieser Richtung unterstützend die Sinnesorgane der Seitenlinie, ein sich nach außen mehrfach öffnendes System von Kanälen

der Haut mit ampullenartigen Erweiterungen, deren Nervenendhügel vom Vagus innerviert werden.

Unter den 3 Ordnungen der Amphibien besitzt diejenige der Gymnophionen nur Rudimente eines eigentlichen Gehörorganes. Bei den Frosch- und Schwanzlurchen dagegen sehen wir zwei weitere bedeutende Fortschritte in der Entwickelung des Ohres. Dieselben betreffen sowohl den schallempfindenden als den schallleitenden Apparat: bei den höheren Schwanzlurchen schnürt sich die Lagena deutlicher vom Sacculus ab, und bei den Batrachiern zeigt sich in der Nähe der Lagena auf dem von einem besonderen Zweig des Ramulus lagenae innervierten ovalen „Knorpelrahmen" die erste Andeutung einer Papilla basilaris cochleae.

Der schallleitende Apparat vervollkommnet sich zunächst bei den Urodelen durch das Auftreten einer kleinen mobilen Stelle in der dicken Gehörkapsel, der Fenestra ovalis, dann bei den Anuren durch die Bildung eines Mittelohres. — Aus dem Spritzloch der Elasmobranchier entsteht ein blinder Luftkanal, dessen eines Ende als Tuba Eustachii frei in den Rachen mündet und dessen anderes Ende, die Paukenhöhle, durch eine in den knorpeligen Annulus tympanicus eingespannte und in der Ebene der seitlichen Gesichtsoberfläche liegende dünne Membran, das Trommelfell, abgeschlossen wird — Nach dieser Richtung hin stehen auf der niedrigsten Stufe unter den Anuren die Knoblauchskröten (Pelobatiden), bei welchen die der Paukenhöhle entsprechende Stelle nur als schwache, kaum angedeutete Ausstülpung des Rachens erscheint und bei welchen dementsprechend auch noch keine trommelfellähnliche Verdünnung der lateralen Paukenhöhlenwand existiert. — Die Fenestra ovalis trägt bei den Schwanzlurchen eine einfache Steigbügelplatte (Operculum), welche bei den Froschlurchen durch die stabförmige Columella mit dem Trommelfell verbunden ist. Medialwärts dagegen schließt sich die knöcherne Labyrinthwand enger; durch ihre Apertura aquaeductus vestibuli geht der Ductus endolymphaticus vom endolymphatischen Labyrinthraum in die Schädelhöhle hinein, dort oft zu einem gewaltigen, verschieden gestalteten, bei den Anuren unpaar durch den ganzen Spinalkanal sich erstreckenden und bis zu den Spinalganglien reichenden Sacke sich erweiternd; außerdem tritt durch die mediale Kapselwand noch ein zweiter häutiger Kanal, der Ductus perilymphaticus, welcher den labyrinthären Perilymphraum in offene Verbindung bringt mit der Gehirnschädelhöhle. — Von den beiden Gelenkstücken des Kieferbogens der Fische — dem Quadratum und dem Articulare — findet sich hier nur noch das letztere. Dasselbe legt sich mit seinem hinteren Abschnitt an die Gehörkapsel an, verschmilzt meist mit ihr und trägt den Unterkiefer.

Bei den Reptilien ist die Ausbildung des Mittelohres keine höhere als bei den Amphibien. Im Labyrinth dagegen besteht ein wesentlicher Fortschritt in dem Verschmelzen der beim Frosch noch getrennten Pars initialis, Pars basilaris und Lagena zu einer einheitlichen Cochlea. Ferner tritt bei den Schlangen und Eidechsen zum ersten Male eine Fenestra rotunda auf. Im Krokodilohr finden wir auch bereits eine Scala tympani, eine Reissner'sche Membran (das sogen. Tegmentum vasculosum), eine Membrana tectoria und beginnende Spiralform der Schnecke, sowie ausgedehnte pneumatische Nebenräume des Mittelohres und ein rudimentäres äußeres Ohr. Der

im embryonalen Stadium vorhandene M. stapedius der Krokodile und Eidechsen verschwindet wieder im Laufe der späteren Entwickelung.

Das Gehörorgan der Vögel ist nach einem einheitlichen Typus gebaut, der sich wenig von dem der Krokodilinen unterscheidet. Charakteristisch für das Vogellabyrinth ist die besondere Anordnung des vorderen und hinteren Bogenganges und die umgekehrte Einmündung derselben in den Sinus superior; dann die engen Kommunikationsöffnungen zwischen dem relativ kleinen Sacculus und dem Utriculus, sowie zwischen Sacculus und Cochlea. Die lange Papilla acustica basilaris ist noch nicht zum echten CORTI'schen Organ entwickelt, und die an der Spitze der Schnecke befindliche Lagena ist noch otolithenhaltig. Dagegen besteht eine ausgebildete Membrana tectoria (CORTI), welche die Papilla basilaris überdacht und in der äußeren Zone derselben den Haaren der Haarzellen aufliegt. — Die Vögel besitzen eine vollständig knöcherne Columella, sowie den Musculus stapedius. Derselbe ist ein abgespaltenes Bündel des Musc. biventer, welcher bei den Fischen als Schling- und Atemmuskel funktioniert und dessen vorderer Bauch schon bei den Anuren in Beziehung zur Columella tritt. — Die geräumige Paukenhöhle setzt sich nach hinten fort in die pneumatischen Räume des Os occipitale, nach vorn in die Tuba, deren oberster Abschnitt wie bei den Krokodilinen knöchern ist. Nach außen vom Trommelfell befindet sich ein kurzer Gehörgang.

Bei den Säugetieren besitzen einzig die Monotremen noch eine Papilla lagenae. Im übrigen ist letztere und die (noch bei den Vögeln angedeutete) Macula acustica neglecta durchgehends verschwunden. Die Schnecke nimmt eine spiralig aufgewundene Gestalt an, und in ihrer langen Papilla basilaris treffen wir bei allen Säugern die CORTI'schen Pfeiler, überdacht von der Membrana tectoria. Die Columella gliedert sich in Hammer, Amboß und Steigbügel *), und als zweiter intratympanaler Muskel tritt der Tensor tympani auf, welcher dem Musc. pterygoides internus entstammt und somit wie der M. stapedius ursprünglich Kaumuskel ist. Das Gehörorgan ist eingeschlossen in dem durch Zusammentreten von Os petrosum, squamosum und tympanicum gebildeten Schläfebein. — Die Schuppe ist ein den Säugetieren eigentümliches Skeletstück, mit welchem der Kiefer artikuliert. Os tympanicum und das Squamosum sind Deckknochen und beteiligen sich auch an der Bildung des mehr oder weniger langen äußeren Gehörgangs.

Bei den meisten Säugern findet sich an der Außenfläche des Kopfes eine knorpelige Ohrmuschel.

Die vergleichend-anatomischen Beziehungen des mittleren und inneren Ohres des Menschen zu den entsprechenden Organteilen der Säugetiere finden sich weiter unten näher ausgeführt bei Gelegenheit ihrer anatomischen Beschreibung.

*) GEGENBAUR, KOELLIKER, WIEDERSHEIM und HENSEN glaubten, in den beiden Gelenkstücken Articulare und Quadratum des Fischkieferbogens die Homologa von Hammer und Amboß zu finden. Demgegenüber haben ALBRECHT, sowie BEZOLD und JOËL nachgewiesen, daß solche phylogenetischen Beziehungen nicht existieren.

B. Präparationsmethoden.

Bei der größtenteils tief in hartem Knochen verborgenen Lage des Gehörorgans und bei seinem komplizierten Bau ist das Studium desselben mit besonderen Schwierigkeiten verbunden. Es ist deshalb von Wert, diejenigen Präparationsmethoden kennen zu lernen, welche erfahrungsgemäß rasch und sicher zum Ziele führen.

a) Makroskopische Präparation.

I. Der macerierte Knochen.

Die einfachste Art, das Schläfenbein zu studieren, besteht darin, daß dasselbe mittelst Säge und Messer nach einer bestimmten Richtung in dicke Serienschnitte zerlegt wird und zwar entweder 1) in vertikale Längsschnitte, 2) in vertikale Querschnitte, oder endlich 3) in Horizontalschnitte. — Diese drei Richtungen entsprechen den Bogengangebenen. Für das Studium sowohl des Mittelohres als auch des Labyrinthes verdienen die Horizontalschnitte insofern den Vorzug vor den ebenfalls parallel der Schneckenachse geführten vertikalen Querschnitten, als die ersteren einerseits das zu untersuchende Organ in bedeutend größerer Ausdehnung freilegen und sie andererseits in geringerer Anzahl angelegt werden müssen.

Diese Schnitte werden mit einer feinen kurzen Laubsäge, wie sie die Metallarbeiter brauchen, ausgeführt. Hat man den Knochen aber vorher entkalkt, so wird er am besten nach vorheriger Celloidinimprägnation (vgl. unten) mit dem Messer zerlegt.

II. Das frisch der Leiche entnommene Präparat, Weichteil-Präparat.

Hier wird zunächst die Ohrmuschel und der Nasenrachenraum mit der pharyngealen Tubenöffnung besichtigt und sodann nach den Regeln der Otoskopie auch der (vorher gereinigte) äußere Gehörgang und das Trommelfell mit Reflektor und Ohrtrichter untersucht. Die äußere Trommelfellfläche legt man frei durch Abtrennen des knorpeligen Meatus und Abmeißeln der vorderen unteren Gehörgangswand. Die Untersuchung der Paukenhöhle wird so vorgenommen, daß nach Abziehen der Dura von der Vorderfläche der Pyramide und nach Einspannen des Präparates in einen Schraubstock zunächst das Tegmen tympani et aditus weggemeißelt wird. Letztere liegen an der Stelle, wo eine als Fortsetzung der Eminentia arcuata gedachte Linie die Sutura petrososquamosa kreuzt. Die schmale Oeffnung im Knochen wird vorsichtig erweitert und vorwärts bis zur Tensorfalte, rückwärts bis zum Antrum verlängert. Will man im Anschluß die Paukenhöhlenwände einer genaueren Untersuchung unterziehen, so muß die Schuppe samt dem Trommelfell und mit Hammer und Amboß von der Pyramide abgetrennt werden. Zu diesem Behufe durchschneidet man zunächst mit einem feinen Messerchen oder einer Schere die freiliegende Tensorsehne und das Amboß-Steigbügelgelenk von oben her; dann

werden auch die Weichteile an der Basis des Felsenbeines mit dem Messer getrennt durch einen vertikalen Längsschnitt, welcher dem später anzulegenden Sägeschnitt entsprechend dem Tubenknorpel entlang läuft. Erst jetzt darf man zur Säge greifen. Dieselbe wird parallel der hinteren Pyramidenfläche und dem Trommelfell geführt und zwar so, daß man zunächst von der Felsenbeinspitze aus bis in die nächste Nähe der Paukenhöhle vorrückt, sich dabei an die vom Nerv. petr. superfic. major und seinem Nervenkanal angedeutete Linie haltend. Dann umsägt man die Paukenhöhle in der nämlichen Flucht von der Fläche des Warzenfortsatzes aus durch das Antrum, und schließlich werden noch einige sägende Züge von unten gegen den Paukenhöhlenboden ausgeführt. Ist bis dahin richtig vorgegangen worden, und hat man den Sägeschnitt unmittelbar bis an das Lumen der Paukenhöhle geführt, ohne in letztere selbst einzudringen, so zerfällt nun schon bei leichtem Hineinstemmen des Meißels in die gesägte Knochenspalte das Präparat in zwei Hälften, wovon die eine das unverletzte Trommelfell mit Hammer und Amboß und mit der Tuba, die andere aber die Labyrinthwand mit dem Steigbügel und mit der Hauptmasse der pneumatischen Nebenräume enthält.

Schließlich kann auch das knöcherne Labyrinth eröffnet werden dadurch, daß mit Meißel oder Kneipzange die Crista über dem Meatus successive abgetragen wird bis auf die Höhe des Vestibulum und des Schneckenkanales. Den auf der Hinterfläche der Pyramide freiliegenden Saccus endolymphaticus eröffnet man an dieser Stelle durch einen Kreuzschnitt in die Dura. Sehr schwierig ist am frischen Präparat das Herauslösen des häutigen Vestibularapparates im Zusammenhang mit den Bogengängen (vergl. POLITZER, Die Zergliederung des menschl. Gehörorgans, 1889), während ein Herausziehen größerer Stücke derselben aus den betreffenden Knochenhöhlen und ein Wiederausbreiten im Wasser leicht gelingt.. Besser geht dies von statten am fixierten und entkalkten Präparat, welches nachgehärtet (ALEXANDER) oder zum Trockenpräparat verarbeitet worden ist (vergl. unten). RETZIUS präpariert das ganze Labyrinth aus dem Knochen heraus durch Abschaben des letzteren und mit zeitweiligem Einlegen des in Arbeit befindlichen Stückes in Osmiumsäure ($^1/_4$—$^3/_4$ Proz.)

Eine Zerlegung des Weichteilpräparates in Serienschnitte ist nur ratsam nach vorausgeschickter Entkalkung und Celloidineinbettung oder nach Terpentin-Behandlung (vergl. den folgenden Abschnitt).

III. Trocken- oder Dauerpräparate.

Mit diesem Namen bezeichnen wir makroskopische, zu Lehr- und Lernzwecken bestimmte Weichteilpräparate, welche derartig getrocknet worden sind, daß ihre Form wenig oder nicht darunter gelitten hat.

a) Die Karbolglycerinbehandlung. Dieselbe besteht darin, daß die betreffenden Schläfenbeine zunächst in Alkohol gehärtet und dann in Karbolglycerin (5 : 100) verbracht werden, in welchem sie einige Wochen liegen bleiben. Solche Präparate geben aber beim Berühren stets Glycerin ab; später werden sie durch Nachdunkeln unansehnlich und schrumpfen zusammen, so daß sie im allgemeinen nicht zu empfehlen sind. Dauerhaftere, reinlichere und schönere, sogar elegante Präparate erhält man dagegen mittels der

b) SEMPER-RIEHM'schen Terpentinbehandlung, wie ich zuerst dieselbe empfohlen habe für das Schläfenbein. Ihre Technik ist folgende: Der betreffende Leichenteil soll womöglich außer dem Felsenbein auch den knorpeligen Gehörgang und die entsprechende Hälfte des Keilbeins mit den Gaumenflügeln enthalten; durch ihr Belassen in ihrer natürlichen Verbindung mit der Tube wird eine Verzerrung der letzteren beim Trocknen am besten vermieden. Das solchermaßen der Leiche entnommene Präparat wird (falls dies nicht schon früher unwillkürlich geschehen ist) am Warzenfortsatz oder auf der vorderen Pyramidenfläche in möglichst geringer Ausdehnung eröffnet, für einige Wochen oder Monate in MÜLLER'sche Flüssigkeit gelegt und damit das Mittelohr hie und da auch durchspritzt. Nachher wird entweder 2 mal 24 Stunden ausgewaschen und successive je 1—2 Wochen 60-, 96- und 99-proz. Alkohol angewandt, oder das Präparat kommt aus der MÜLLER'schen Flüssigkeit ohne vorheriges Auswässern in Spiritus, welcher in Dunkelheit zu halten und öfters zu wechseln ist. — Statt der Behandlung mit MÜLLER'scher Lösung, welche namentlich das Schrumpfen von lockeren und fetten Partien verhindert, kann das Schläfenbein auch einige Tage in 10-proz. wässerige Formollösung gebracht werden, mit welcher Flüssigkeit zugleich die Tube durchspült werden muß; bei letzterer Art der Fixation erhält das Präparat eine rein weiße Farbe und ein hübscheres Aussehen, bei ersterer Fixationsmethode (mit MÜLLER'scher Lösung) dagegen färbt sich der Knochen in einer namentlich für die Anfertigung von Durchschnittspräparaten recht vorteilhaften Weise. — Nach dieser Vorbehandlung wird das Schläfenbein aus dem absoluten Alkohol in Terpentinöl verbracht, welches nach 8 Tagen zu wechseln ist und von welchem man jeweilen mindestens 1—2 Liter verwenden muß. Wenn das Präparat ca. 2—3 Wochen in Terpentin verweilt hat, wird es bräunlich und durchscheinend. In diesem Zustande darf man es mit einem Tuche abtrocknen und der Luft aussetzen, bis es eine helle Farbe angenommen und bis das Oel sich verflüchtigt hat, wozu je nach der Temperatur der Luft und je nach der Größe des Stückes $1^1/_2$—5 durchschnittlich 3 Wochen erforderlich sind. Vorteilhaft ist noch längeres Trocknenlassen. Das Trommelfell wird wieder durchscheinend gemacht dadurch, daß man auf beide Flächen den von Kunstmalern verwendeten Vernis à tableaux aufpinselt. Durch Anlegung geeigneter Schnitte mit einer feinen Laubsäge lassen sich aus solchermaßen behandelten Schläfenbeinen sehr instruktive topographische Präparate des mittleren und inneren Ohres herstellen. Aber auch für die Darstellung von Lupenpräparaten eignet sich das SEMPER-RIEHM'sche Verfahren vorzüglich. (Ueber die Verwendung zu Korrosionspräparaten siehe unten.)

IV. Korrosionspräparate.

All den bis jetzt besprochenen Präparaten haftet der Nachteil an, daß sie von den zahlreichen Hohlräumen des Schläfenbeines uns jeweilen nur ein mehr oder weniger beschränktes Bruchstück ihrer Wandungen zur Anschauung bringen können. HYRTL giebt seiner Ueberzeugung, daß nur das Korrosionsverfahren hier zu einwandsfreien Resultaten führen könne, wiederholt Ausdruck, so in seiner „Korrosionsanatomie" (Wien 1873, S. 47): „Bei einer Höhle, welche so unregelmäßige Wandungen besitzt, wie das Cavum tympani, reichen

Durchschnitte nicht aus, um eine genaue Vorstellung von ihrer Form und den Verhältnissen ihrer Durchmesser in allen Richtungen zu geben. Nur bei Höhlen von regelmäßiger Gestalt sind Durchschnitte belehrend. Ein befriedigender Ueberblick der Trommelhöhle und ihrer Adnexa wird nur am Guß derselben möglich, welcher sozusagen den leeren Raum verkörpert und ihn mit allen seinen Unregelmäßigkeiten im treuen Bilde wiedergiebt."

In ähnlichem Sinne spricht sich Hyrtl über die Untersuchung des Labyrinthes aus (Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das innere Gehörorgan, Prag 1845, S. 91—93): „Um das Labyrinth der Säugetiere kennen zu lernen, genügen die gewöhnlichen Präparationsmethoden nicht .... Solche Präparate dienen weder zu Messungen, noch haben sie irgend einen wissenschaftlichen Wert .... Dagegen gehören die Ausgußpräparate zu den instruktivsten; sie geben die vollkommenste Ansicht von den Begrenzungsflächen, von der Form, Mächtigkeit und dem Zusammenhange der einzelnen Teile des Labyrinthes, welche im natürlichen Präparate sehr häufig nur stückweise und durch die Präparationsmethode mehr oder weniger entstellt zur Anschauung kommen."

Das Korrosions- oder Ausgußverfahren besteht darin, daß die zu untersuchenden Hohlräume mit einer flüssigen, erstarrungsfähigen Masse ausgegossen werden und daß dieser Ausguß später durch chemische Zerstörung der ihn einhüllenden Höhlenwandungen frei gemacht wird. Solche Korrosionspräparate des Ohres stellten zuerst Soemmering, Meckel und Gerber, sowie Ilg dar. In größerem Maßstabe jedoch wurde dieses Verfahren ausgebildet und benutzt von Hyrtl zu vergleichend-anatomischen Studien über das Labyrinth der Wirbeltiere und von Bezold zu seinen sorgfältigen topographischen Untersuchungen über das äußere und mittlere Ohr des Menschen. Hyrtl und Bezold verwandten als Injektionsmasse eine Mischung von Harz und Wachs. Löwenberg, Tomasi und v. Brunn führten zu nämlichen Zwecken leichtflüssige Metalllegierungen ein, und ich bildete diese Methode weiter aus in ihrer speciellen Anwendung für das mittlere und innere Ohr.

Eine besondere Art von Korrosionspräparaten bilden die Steinbrügge'schen Celloidinausgüsse.

Die Metallausgüsse besitzen vor den aus anderem Material gearbeiteten Korrosionen den Vorteil größerer Dauerhaftigkeit. Aber auch was ihre Vollkommenkeit anbelangt, sind sie an erste Stelle zu setzen, da das eigene bedeutende Gewicht des einfließenden Metalles ein möglichst vollkommenes Ausgießen der Hohlräume sichert. Die Schwierigkeit, von Weichteilpräparaten getreue Metallausgußpräparate zu erhalten, habe ich überwunden durch Einführung der sogen. Trocken-Korrosionspräparate. Wir werden also in der nun folgenden Darstellung der Technik uns beschränken dürfen auf das Metall-Korrosionsverfahren. Bezüglich der Wachs-Harz-Korrosionspräparate verweisen wir auf Bezold, Die Korrosionsanatomie des Ohres, München 1882.

Je nachdem wir die Hohlräume des macerierten Knochens oder des nicht macerierten Felsenbeines zur Darstellung gebracht haben, bezeichnen wir solche Präparate entweder als Knochen-Korrosionspräparate oder als Weichteil-Korrosionspräparate. Als eine Unterabteilung der letzteren ist das Trocken-Korrosionspräparat zu betrachten.

1. Knochencorrosionspräparate.

Die zu verwendenden Knochen müssen gut maceriert sein; es ist dies eine Hauptbedingung für das Gelingen. Zu empfehlen ist für diese Zwecke einzig das Teichmann-Pfitzner'sche Macerationsverfahren *). Dasselbe besteht darin, daß das der Leiche entnommene Felsenbein während 8—10 Tagen im Brutapparat in destilliertem oder Regenwasser, ohne Wechsel desselben, bei einer konstanten Temperatur von 38 ° C gedeckt gehalten, dann in heißer konzentrierter wässeriger Sodalösung abgespült und schließlich in fließendem Wasser ausgewaschen wird. Vor weiterer Verwendung klopft man das Schläfenbein in verschiedenen Stellungen aus. In der Paukenhöhle hängen gebliebene Knochenpartikel, namentlich Gehörknöchelchen, müssen event. mit der Pincette herausbefördert werden. — Will man möglichst einfache, übersichtliche Verhältnisse darstellen, so wähle man dichten, schweren, elfenbeinartigen Knochen.

Am trockenen Felsenbein wird der obere halbzirkelförmige Kanal gleich hinter der Crista superior etwas angefeilt. Dagegen haben wir durchaus unnötig gefunden, dem Präparat dadurch einen besonders festen Halt zu verleihen, daß man den Knochen mit Nadeln durchstößt und dieselben liegen läßt.

Damit bei dem später erfolgenden Eingipsen des Knochens seine Kanäle nicht mit Gipsbrei sich füllen, andererseits aber die beim Ausgießen ausgetriebene Luft ungehindert aus den Hohlräumen entweichen kann, werden mit Ausnahme der medialen Oeffnung des Carotis-Kanals sämtliche natürliche und künstliche Löcher an der vorderen, hinteren und äußeren Fläche des Schläfenbeines mit Leinwand zugeklebt, jedoch so, daß in und auf die Knochenöffnungen selbst kein Leim gelangt. Unter die ganze Basalfläche der Pyramide legt man ein Stück dicken Karton und klebt dasselbe an dem Rande überall mit Leinwand auf den Knochen fest; man erhält dadurch beim Ausgießen hier eine dicke feste Metallplatte, welche ein schadloses Anfassen des Präparates und die spätere Befestigung an einem Stativ erleichtert. Der Sulcus transversus wird mit Leinwand flach überspannt; dabei wird letztere an den beiden Stellen, an welchen oberhalb des Sinus transversus resp. petrosus inferior die Aquädukte ausmünden, zungenförmig über die betreffenden Aperturen hinaufgeführt, damit hier vom Ausguß des Sinus transversus resp. Sinus petrosus inferior eine feste Verbindung („Brücke") sich bilde zu den zarten Aquädukten hin.

In die freigelassene obere (mediale) Oeffnung des Carotis-Kanals leimt man einen engen, sich nach unten zu nur wenig verjüngenden Trichter von 15—20 cm Länge, welchen man sich schon vorher durch Zusammenleimen eines Stückes festen Zeichnungspapiers und Umwickeln mit leimüberstrichener Leinwand angefertigt hat. Der Trichter muß mit seinem unteren Ende genau in den Carotis-Kanal hineinpassen und demselben eng anliegen; in sein oberes Ende steckt man vorläufig einen lockeren Wattepfropf, um ein späteres Hineinfallen von Unreinigkeiten zu verhüten.

Ich injiziere das Felsenbein weder von der Tube, noch vom

*) Teichmann, Ueber Knochenmaceration nach eigenen Erfahrungen, Anat. Anzeiger, 1887, S. 461. Pfitzner, Erfahrungen über das Teichmann'sche Knochenmacerationsverfahren, ebenda, 1889, S. 687.

äußeren Gehörgang, sondern vom Canalis caroticus aus, weil bei meinen zahlreichen, nach dieser Richtung hin angestellten Versuchen ich so die besten Rusultate erhalten habe. Es gelangt auf diesem Wege das in den Trichter eingegossene Metall in breitem Strome direkt an die Unterfläche des Felsenbeines und von hier aus mit noch unverminderter Druckkraft durch den FALLOP'schen Kanal, Canalis tympanicus und carotico-tympanicus etc. in die Hohlräume des Labyrinths, des Mittelohres und in den äußeren Gehörgang.

Das Felsenbein des Neugeborenen füllt sich vorteihafter von des Paukenhöhle aus; der Trichter wird in diesem Falle mitten auf den Annulus tympanicus festgeklebt. — Nun folgt das Eingipsen.

Man verfertigt sich aus gewöhnlichem, aber gut trockenem, event. vorher in einer Pfanne noch etwas erhitztem Gips einen nicht allzu dicken Brei, gießt von demselben eine ca. 5 cm dicke Lage in ein Cigarrenkistchen, welches auf die eine schmale Seitenwand aufrecht gestellt wurde und bei welchem man vorher die andere schmale Seitenwand herausgebrochen und den Deckel festgenagelt hatte. Dann wird das nach oben angegebener Art vorbereitete Felsenbein am oberen Ende des Trichters gefaßt, mitten auf den hineingegossenen Gips gehalten und in dieser Lage mit Gips umgossen, welchen man zwischen Trichter und Kistchen hineinschüttet, bis letzteres ganz angefüllt ist. Nach $^1/_2$ Stunde entfernt man die Brettchen der Cigarrenkiste und trocknet das Gipsklötzchen recht vollständig während einigen Tagen in warmer Luft.

Bei meinem Verfahren muß der Knochen vor dem Eingießen des WOOD'schen Metalles auf ca. 100 ^{0} erhitzt werden. Bleibt der Knochen etwas kälter, so wird der Ausguß, was feinste Details anbelangt, unvollkommener. Indessen ist die Anwendung solcher niedriger Temperaturen zu empfehlen da, wo es sich um Herstellung von Präparaten handelt, welche nur die gröberen anatomischen Verhältnisse, dieselben aber recht deutlich zeigen sollen (Orientierungspräparate).

Hat man den Gipsklotz durch und durch genügend erwärmt, so schmelzt man das Metall*) in einem mit Schnabel versehenen Pfännchen im Wasserbad. Der Einguß geschieht rasch in möglichst dickem Strahle in den Trichter, bis letzterer gänzlich gefüllt ist und das Niveau nicht mehr sinkt. Dann führt man mit dem Gipsklötzchen vorsichtig kleine Schläge gegen seine Unterlage aus, wobei das Niveau des Metalles nachträglich noch um ein Geringes sinkt.

Man kann nun den Klotz mit dem Einguß bis zum Erkalten ruhig stehen lassen. Vorteilhafter ist es jedoch, ihn nach wenigen Minuten ins kalte Wasser zu stellen.

Nach völligem Erkalten und Trocknen des Gipsklotzes wird in denselben über seine Mitte weg rings herum mit Meißel und Hammer eine Rinne geschlagen und zwar so tief, bis der Klotz in zwei Hälften zerfällt und der eingeschlossene Knochen frei zu Tage tritt.

Gewöhnlich ist das Schläfenbein in diesem Stadium an den meisten Stellen von einer dünnen Schicht Metall umgeben, zu dessen Beseitigung mit Meißel, Messer und Raspatorium $^1/_2$—2 Stunden gearbeitet werden muß. Besondere Vorsicht und vergleichende Studien an nicht eingegossenen Felsenbeinen erheischt dabei die Erhaltung der Brücke vom Sinus zu den Aquädukten.

*) Erhältlich bei SCHUCHARDT in Görlitz und MERCK in Darmstadt, 1 kg à 16 M.

Hyrtl ahnte die Superiorität der Metallkorrosion gegenüber den Wachspräparaten; er dachte sich ganz richtig, „daß die große specifische Schwere der Metalle die Luft des Labyrinths leichter zu entweichen zwingt“. „Die Entfernung der Knochenmasse“, fährt Hyrtl *) weiter fort, „wird aber gewiß noch schwieriger sein als bei ersterer (der Wachs-Harz-)Methode. Ich habe sie deshalb nie angewendet.“ Im Auffinden einer richtigen Korrosionsflüssigkeit lag nun auch wirklich der schwierigste Punkt des ganzen Problems. Folgendes, von uns eingeführtes Verfahren gab allseitig befriedigende Resultate: Das ausgegossene und gereinigte Schläfenbein wird in ein möglichst weites Steingutgefäß gebracht und zwar so, daß die solid gegossene Basis des Präparates auf den Gefäßboden zu liegen kommt. Nun schüttet man 10-proz. Kalilauge **) darüber, bis der Knochen darin untertaucht, und stellt das Ganze in einen auf 50° gehaltenen Brutapparat (v. Brunn). Man hüte sich sorgfältig, das in der Lauge liegende Präparat mit der Nadel zu untersuchen und auf diese Weise vom Knochen befreien zu wollen. Erst nach Ablauf von 14—30 Tagen (bei kindlichen Felsenbeinen nach 4—10 Tagen) nimmt man das Gefäß aus dem Brutapparat heraus und entferrnt die Lauge mit einem Heber, spült das Präparat mit warmem und dann mit kaltem, destilliertem Wasser ab, welches wieder abgehebert wird, und gießt nun eine Mischung von 1 Teil reiner Salzsäure und 5—6 Teilen Wasser darüber. In der Lauge sind die organischen Verbindungen und wohl auch ein Teil der Salze bereits aufgelöst und ausgezogen worden. Der Rest des Knochens löst sich, sobald als er der Salzsäure ausgesetzt wird, unter kräftigem Aufbrausen innerhalb $^1/_2$ bis mehreren Stunden. Bleiben trotz 4-stündiger Salzsäurebehandlung noch einzelne Knochenreste ungelöst, so vertausche man die Säure ohne vorheriges Auswässern wieder mit Lauge für einige Tage, um dann schließlich noch einmal die Säure einwirken zu lassen. Das von Knochen vollständig befreite Präparat wird nach Ausheben der Säure während 12 Stunden ausgewässert.

Um die Präparate beim Untersuchen und Demonstrieren überall besichtigen und nach allen Seiten drehen zu können, ohne durch wiederholtes Anfassen denselben Schaden zuzufügen, müssen sie auf gabelförmige Stative fixiert werden. Beim Aufstecken des Präparates auf diese Gabel hat man für die Zinken zwei Stellen auszuwählen, wo ihr Hineinstoßen keine feineren und wichtigeren Teile des Präparates zerstört und wo ihnen ein fester Halt geboten werden kann. Dafür geeignete Punkte finden sich in dem plattenförmigen Guß der unteren Fläche der Pyramide und am Meatus auditorius externus. Die Stellung des aufgesteckten Präparates muß möglichst genau der natürlichen Lage des Felsenbeines bei aufrechter Kopfhaltung entsprechen. — Die Gabelzinken werden zunächst durch einfaches Zusammendrücken oder Auseinanderziehen auf den den Verhältnissen des Präparates entsprechenden Abstand gebracht; dann werden ihre Enden über der Flamme wiederholt glühend gemacht und in das sich allmählich erwärmende und an jenen Punkten schließlich schmelzende Metall eingestoßen. Als Bindemittel verwenden wir Schellack. — Ganz isolierte Labyrinthe befestigt man, insofern sie fein ausgebildete

*) Vergleichende Untersuchungen über das innere Gehörorgan, 1845.
**) d. h. 90 g Aqua destillata + 10 g Kali causticum.

Details aufweisen, auf eine breite Unterlage, z. B. auf ein Glassäulchen mit Glasplatte, und bedeckt sie mit einer dazu passenden kleinen Glasglocke. Man kann dabei dem Präparate jede beliebige Stellung geben und dieselbe später auch wieder ändern, wenn man als Fixationsmittel weißes Wachs, Paraffin oder Kitt benutzt.

Hübsche Orientierungspräparate erhält man dadurch, daß man am Felsenbeinausguß des Erwachsenen sämtliche Spongiosa entfernt und durch senkrechtes Durchschneiden des Antrum an seiner Uebergangsstelle in den Aditus ad antrum die von jenem ausgehenden pneumatischen Räume beseitigt, dagegen die (Tube und) Paukenhöhle (event. auch den Ausguß des Meatus internus) in ihrem Zusammenhang mit dem Labyrinth beläßt.

Auch die mediane Paukenhöhlenwand kann man für sich darstellen. Man geht dabei umgekehrt vor, indem man außer der Spongiosa nur das Labyrinth opfert. Die pneumatischen Räume bleiben dabei erhalten; ihr Verhältnis zum Antrum und die Lage des Antrum zum äußeren Gehörgang kommen bei keinem anderen Präparat so schön zur Anschauung wie hier; die Durchschnitte der Ausgüsse beider Fenster sind zu bemalen.

Bei einiger Uebung und Sorgfalt kann man das Labyrinth des Erwachsenen und des mehrjährigen Kindes mit Knochenschere und glühender Nadel herausschneiden, ohne die übrigen Teile des Felsenausgusses im mindesten zu verletzen; meistens genügt sogar bloße Durchtrennung des Pelvis fenestrae ovalis, wenn es sich nicht darum handelt, auch die Aquädukte möglichst zu schonen. Auf diese Weise bekommt man von einem Schläfenbein zwei instruktive Präparate.

Wir empfehlen, diejenigen Präparate, welche ausschließlich zu Unterrichtszwecken verwendet werden sollen, zu bemalen; ein Zusatz von Siccatif zu der dünnen Oelfarbe verleiht dem Anstrich etwas Glanz und größere Lebhaftigkeit und sichert ein rascheres Trocknen. Dem in der darstellenden Anatomie allgemein angenommenen Usus entsprechend, malt man die Kanäle der Nerven hellgelb (Kadmium mit Kremserweiß), die Arterien zinnoberrot (chinesischer Zinnober), die Venen blau (Kobalt); die Räume des Mittelohres — Tube, Paukenhöhle und pneumatische Zellen — erhalten einen hellrosa Ueberzug (Zinnober mit Kremserweiß und etwas Kobalt), die Spongiosa färbt man braun (passende Mischung aller 4 Farben), das Labyrinth mit den Aquädukten moosgrün (Kadmium, Kobalt), den Meatus externus knochengelb mit einem schwachen Ton von Hellrosa, und den Semicanalis pro tensore tympani bräunlichrosa. Auf diese Weise wird das ganze Gewirr der Kanäle und Räume auf einmal verständlich und übersichtlich, so daß auch das in diesen Dingen minder geübte Auge sich allmählich an das Bild gewöhnt und bald sich zu orientieren vermag.

Präparate, welche man nicht bemalen will — es sollen dies namentlich die am besten gelungenen Ausgüsse sein — überzieht man mit Fixatif, welchen man als Sprühregen zu wiederholten Malen in kleinen Quantitäten und von allen Seiten auf das vollständig trockene Präparat einwirken läßt.

2. Weichteil-Korrosionspräparate

mit Verwendung:

a) des feuchten Präparates (d. h. des frischen Leichenteils). An dem Schläfenbein, von dessen normalen anatomischen Verhältnissen man sich vorher auch durch den Ohrtrichter überzeugt hat, müssen womöglich Ohrmuschel, Flügel des Keilbeins und die Tube intakt vorhanden sein. Nach Reinigen des Meatus, Austrocknen der Tube durch eine wattenumwickelte Sonde, Ueberspannen der äußeren Ohrmuschelfläche und nach Durchstoßen des Trommelfelles mit einer Nadel wird das Präparat in frischem Zustande so eingegipst, daß die Tubenöffnung frei liegt und der Processus mastoides ebenfalls leicht zugänglich ist. Dann wird letzterer nahe der Spitze angebohrt. Präparat, Gußmetall und Spritze werden nun gleichzeitig auf die entsprechende Temperatur erhitzt und die Injektion vom Processus mastoides unter kräftigem Druck ausgeführt. Ein kurzes Stück dickwandigen Gummischlauches, welcher an die Spitze der Spritze gesteckt wird, sichert den dichten Verschluß zwischen letzterer und dem Bohrkanal. Dabei muß die Tubenöffnung aufwärts gerichtet sein, und die Injektion darf erst dann als beendet angesehen werden, wenn das Metall dort frei von Blasen im Strome einige Sekunden lang abgeflossen ist.

Die Korrosion solcher ausgegossener Präparate vollzieht sich unverhältnismäßig rasch, d. h. im Laufe weniger Tage oder Wochen, und ohne daß dabei eine nachträgliche Anwendung von Salzsäure notwendig ist. Indessen liefert diese Methode selbst dann, wenn die pneumatischen Räume vorher von den verschiedenen Flächen des Felsenbeines aus mit Nadeln angebohrt worden sind, nur selten vollkommene Resultate, da die Undurchgängigkeit der Mittelohrwandungen für die darin enthaltene Luft und die beschränkte Möglichkeit genügenden Erhitzens, sowie eine Anzahl anderer Faktoren es nicht zu einer vollkommenen Füllung der Mittelohrräume kommen lassen. Alle diese Fehlerquellen fallen weg bei der Herstellung

b) des Trocken-Korrosionspräparates, wobei statt der frischen, feuchten Präparate nach Semper-Riehm getrocknete Weichteil-Präparate zur Verwendung gelangen. Die Herstellung der letzteren habe ich oben beschrieben; zu bemerken wäre bloß noch, daß hier die Fixation mit Müller'scher Lösung besser durch ein anderes der angegebenen Verfahren, z. B. durch Fixation mit Formol ersetzt wird, da erstere Methode mehr Zeit erfordert und zudem schwer korrodierbare, unerwünscht widerstandsfähige Präparate liefert.

„Soll ein solches Stück zum Ausgießen hergerichtet werden, so geht man ähnlich vor, wie beim macerierten Knochen (vergl. oben). Die Löcher, durch welche der nachher darüber zu gießende Gipsbrei etwa eindringen könnte, werden mit Leinwandstreifen zugeklebt. Damit auch das Labyrinth sich fülle, eröffnet man den oberen Bogengang auf seiner Höhe, und von hier aus wird mit einer dreikantigen Feile eine Rinne gefeilt über die vordere Pyramidenfläche hinunter bis zum Aufdecken von pneumatischen Räumen. Diese Rinne wird mit Leinwand überbrückt, wie ich dies für die Stützbrücken des Aquäduktes angegeben habe; ihr Ausguß ist bestimmt, dem Labyrinthausguß als Stütze zu dienen. Ein kräftiger Nadelstich ins Trommelfell stellt die

Kommunikation zwischen mittlerem und äußerem Ohre her. — Auf den Bohrkanal im Proc. mastoides wird ein steifer Papiertrichter geklebt und schließlich wickelt man das ganze Präparat fest in eine einfache Lage terpentingetränkten Seidenpapieres (zum Schutz gegen Durchnässung von seiten des Gipsbreies). Am folgenden Tage, wenn der Leim trocken ist, wird das Präparat nach früher gegebener Vorschrift (l. c.) eingegipst und einige Tage später, nach dem Trocknen der Gipshülle und Erwärmen bis auf 100°, mit Wood'schem Metall ausgegossen. Auch hier geht man ziemlich genau so vor, wie bei der Herstellung von Knochen-Korrosionspräparaten.

Die Korrosion vollzieht sich in der mehrmals zu wechselnden, auf 45—50° gehaltenen 10-proz. Kalilauge in $2^1/_2$ bis $3^1/_2$ Wochen. Anhaftende Niederschläge wäscht man in Liquor ammonii caustici aus und schließlich läßt man kalte verdünnte (1 : 4—5 Wasser) Salzsäure während 2—3 Stunden einwirken, wodurch auch die letzten Knochenhüllen des Metallausgusses zum Verschwinden gebracht werden. — Zum Montieren und Befestigen benützt man Stützen, welche in den Proc. mastoideus gesteckt werden. Ist aber der Zusammenhang zwischen den einzelnen Teilen ein sehr lockerer, oder fehlender (z. B. an den Labyrinthfenstern, Trommelfell, Maculae cribrosae etc.), so kann derselbe mit einigen Tropfen Syndetikon an jenen Punkten verstärkt werden. In manchen Fällen ist es empfehlenswert, das Präparat nicht nur an einem oder zwei Orten zu stützen, sondern das ganze unter Beobachtung der entsprechenden Lage mit seiner Basis in ein flüssiges Gemisch von Wachs und hartem Paraffin zu tauchen, bis das letztere erstarrt ist. Auf diese Weise erhält man dann als Unterlage eine Platte, in welche das pharyngeale Tubenostium, das untere Ende von A. carotis, V. jugularis und N. facialis, sowie die Spitze der Proc. mastoides eintauchen.

Die Trocken-Korrosionspräparate sind, was die Darstellung des Mittelohres anbelangt, vollkommener als die Weichteil-Korrosionspräparate; ihre Herstellung ist leichter und sicherer. Zudem bietet dieses Verfahren den großen Vorteil, daß dabei außer den Mittelohrräumen das ganze innere Ohr sowie auch die großen Gefäße dargestellt werden können.

Mit den Knochenkorrosionspräparaten verglichen, liefern die Trocken-Korrosionsausgüsse des Mittelohres deutlichere und klarere Bilder. Den Abguß des Trommelfelles, der Labyrinthfenster, des knorpeligen Gehörganges, der ganzen Tube, welcher natürlich den Knochen-Korrosionspräparaten fehlt, finden wir bei den Trocken-Korrosionspräparaten tadellos gelungen. — Mangelhaft erscheinen die Trockenpräparate bloß in der Wiedergabe der feineren Nerven- und Gefäßkanäle und der Spongiosa*)."

c) Anhangsweise mag noch die Anfertigung von Celloidin- und Paraffin-Korrosionen (Barth) des Labyrinthes mittelst Imprägnation erwähnt werden. Namentlich die erstere, von Steinbrügge eingeführt; giebt gute Resultate. Man verfährt dabei zunächst so, wie wenn man den betreffenden Knochen zu mikroskopischen Zwecken in Celloidin einbetten wollte; die Entkalkung des Knochens wird erst vorgenommen, wenn alle Hohlräume des letzteren mit er-

*) Vergl. Siebenmann, Die Metallkorrosion Semper'scher Trockenpräparate, Anat. Hefte, Bd. I, Heft 3, 1892.

starrtem Celloidin erfüllt sind. Als Entkalkungsflüssigkeit wird jedoch nicht Salpetersäure, sondern etwas verdünnte Salzsäure verwendet, welche den Knochen vollständig zerstört. Die auf solche Weise abgedeckten Ausgüsse von Labyrinth und Mittelohr werden in 70-proz. Spiritus aufbewahrt. Die Herstellung dieser Präparate ist sehr einfach; sie erfordert keinerlei technische Fähigkeiten und vollzieht sich sozusagen von selbst. Barth modifiziert dieses Verfahren dahin, daß er das mit Celloidin imprägnierte Felsenbein vor der Korrosion in Oel legt und nach der Korrosion in Glycerin oder Cedernöl aufhellt.

d) Eichler und ich haben gefunden, daß solche Celloidinpräparate nach vorausgegangener künstlicher Gefäßinjektion der betreffenden Weichteile sich in hohem Maße eignen zum Studium der Vaskularisition des Labyrinthes und selbst des Mittelohres. Sie werden nach Verf. am besten hergestellt auf folgende Weise:

Injektion einer 2-proz. wässerigen Berlinerblaulösung oder einer Tuschaufschwemmung von der Carotis interna oder von der A. basilaris aus.
Herausschneiden des Felsenbeines und Anfeilen des oberen Bogenganges.
Müller'sche Flüssigkeit (einige Tage).
Auswaschen in fließendem Wasser.
50-proz. Alkohol (8 Tage).
70-proz. Alkohol (8 Tage).
96-proz. Alkohol (8 Tage).
Alkohol absolutus (8 Tage).
Celloidin, dünne Lösung (14 Tage).
Celloidin, dickere Lösung (8 Tage und dann während weiterer 8 Tage eindicken lassen).
80-proz. Alkohol (8 Tage).
Wegpräparieren der den Knochen bedeckenden oberflächlichen freien Celloidinschicht.
Salzsäure mit wenig Wasser bei Zimmertemperatur (4—8 Tage).
Auswässern (einige Stunden).
Lospräparieren und Loschschwemmen des Labyrinthes unter Anwendung eines feinen Wasserstrahles und unter Kontrolle der Präparierlupe.
Auswässern ($^1/_2$ Tag) in fließendem Wasser.
Aq. destillata ($^1/_2$ Tag).
50-proz. Alkohol (1 Tag).
70-proz. Alkohol ($^1/_2$ Tag).
90-proz. Alkohol ($^1/_2$ Tag).
96-proz. Alkohol (1 Stunde).
Kreosot, mehrmals gewechselt (1—2 Tage).
Toluol 10,0 mit Acid. carbol. 1,0 (mindestens einige Stunden).
Schließlich eine dünne Lösung von Damar-Toluol oder Damar-Xylol mit einer Spur Terpentinöl, in welcher das Präparat dauernd aufbewahrt wird.

Die auf solche Weise verfertigten Präparate schließen zuweilen noch Luftblasen ein; bei genügend langem Liegenlassen in Toluol verschwinden diese aber von selbst, so daß jeder mechanische Eingriff zu ihrer Entfernung vermieden werden kann. Oft besitzen die Ausgüsse in diesem Stadium eine schmutzig-bräunliche oder grau-grünliche Farbe; auch sonst ist ihre Transparenz stets anfangs noch be-

schränkt. Wenn sie aber vorher gut ausgewaschen worden sind und zum Schluß einige Wochen in dünnem Lack verweilt haben, werden sie schließlich so durchsichtig, daß man auch an ihren dicksten Partien wie durch farbloses helles Glas hindurchblicken kann.

b) Mikroskopische Präparate.

Zur mikroskopischen Untersuchung, namentlich wenn es sich um das Labyrinth handelt und wenn man Schnittserien zu besitzen wünscht, muß ein ziemlich weitläufiges Verfahren Platz greifen. Zunächst wird das betreffende Knochenstück in passender Form und möglichst geringer Größe herausgesägt durch 2 parallele, auf die Längsachse des Felsenbeines senkrecht geführte Schnitte, wovon der eine unmittelbar nach außen von der Eminentia arcuata, der andere unmittelbar nach innen vom Porus acusticus internus angelegt wird. (Hat man Schuppe und Trommelfell nicht vorher entfernt, so wird erstere bis auf die Linea temporalis hinunter abgeschnitten.) Schließlich trennt ein Horizontalschnitt durch die Gegend des Bulbus jugularis das zu untersuchende Stück vom übrigen Knochen.

Dieser beinahe würfelförmige Ausschnitt enthält die Paukenhöhle, das tympanale Ende der knöchernen Tube und das Antrum, sowie das Labyrinth, dessen horizontaler Bogen eröffnet ist. Durch tiefes Abkneifen der oberen äußeren Kante mit der Knochenschere läßt sich leicht auch der Scheitel des oberen Bogenganges noch entfernen. Ein Eröffnen der Schnecke ist nicht notwendig; dasselbe würde am einfachsten von der hinteren medialen Kante des Würfels ausgeführt durch Anfeilen der Basalwindung. — Das solchermaßen vorbereitete Stück wird nun fixiert; gut aber langsam erreicht man dies mit MÜLLER'scher Lösung, welche man entweder bei Zimmertemperatur mehrere Monate oder bei 38 ° im Thermostaten einige Wochen einwirken läßt. Rascher kommt man zum Ziel mit 5—10-proz. Formolwasser, mit der MECKEL'schen Lösung, MÜLLER-Formolmischung, Osmium-Salpetersäure, Chlorpalladium oder endlich mit konzentrierter Eisessig-Sublimatlösung. (Letzteres nur für das fötale Ohr.)

Bei Behandlung mit MÜLLER'scher Lösung, aber auch bei anderen Fixationsverfahren ist eine Nachhärtung mit 70-proz. Alkohol ohne vorheriges Auswaschen unerläßlich; anderenfalls werden die Gewebe durch die bei der Dekalcinierung notwendige Säurebehandlung ungünstig verändert.

Dann folgt die Entkalkung in 5—7-proz. Salpetersäure, welche täglich gewechselt werden muß (10—14 Tage für das in dieser Weise reduzierte Felsenbein des Erwachsenen), Auswaschen in fließendem Wasser 1—2 Tage, dann je 2 Tage in

50-proz. Alkohol.
70-proz. Alkohol.
96-proz. Alkohol.
Alkohol abs.
Aether-Alkohol (āā).
Dünnes Celloidin (10—14 Tage).
Dickere Celloidinlösung, Sirupkonsistenz (8 Tage).
Sehr dicke Celloidinlösung, Honigkonsistenz (8 Tage).
Auf Lindenholzklötzchen gesetzt und in 80-proz. Alkohol gehärtet (1—2 Tage).

Aufbewahren in 70-proz. Alkohol.

Schneiden in 30—80 μ dicke Serienschnitte (in horizontaler oder sagittaler Richtung).

Färben mit Delafield'schem (Grenacher'schem) Hämatoxylin und mit Eosin nach bekannten Regeln.

Verbringen der Schnitte in 90-proz. Alkohol, aus diesem in Buchenholz-Kreosot (welches im Gegensatz zu den gebräuchlichen aromatischen Oelen die mikroskopischen Knochenschnitte nicht so hart und kraus werden läßt), und endlich Einschließen auf dem Objektträger in dünne Damarlacklösung.

Die Phlorogluzin-Entkalkungsmethode (Andeer und Haug) hat nach meiner ausgedehnten Erfahrung bei derart fixierten Gewebsteilen vor der einfachen Entkalkung mittelst 5-proz. Salpetersäure durchaus keinen Vorteil voraus, nicht einmal den einer rascheren Vollendung. — Entschieden zu warnen ist vor der Einbettung dekalcinierten Knochens in Paraffin, da er dabei viel zu hart wird, als daß brauchbare Serienschnitte angelegt werden könnten. — Die zur Verwendung kommenden käuflichen Celloidintafeln müssen vorerst in kleine Würfel zerschnitten und vollständig getrocknet werden. Empfehlenswert ist auch das wie Celloidin zu gebrauchende, aber bedeutend teurere Photoxylin. — Das Entcelloidinieren der Schnitte vor der Färbung ist unnötig und namentlich für Labyrinth- und Trommelfellschnitte absolut zu widerraten. — Die Pal'sche Nervenfärbung ist für unsere Zwecke, auch abgesehen von ihrer größeren Einfachheit, dem Weigert'schen Verfahren schon deshalb vorzuziehen, weil es nur bei ersterem gelingt, den Knochen einigermaßen genügend aufzuhellen. Nachfärbung mit einer wässerigen, schwachen Eosinlösung giebt hübsche Bilder.

Ueber das Herauspräparieren des häutigen Labyrinthes zu mikroskopischen Zwecken vergl. Retzius, Das Gehörorgan, Bd. 2, S. 331.

C. Entwickelung von Mittelohr und Labyrinth.

I. Mittelohr.

a) 1. und 2. Monat. — Ueber die Entwickelung des Mittelohres beim Menschen ist aus den ersten 2 Schwangerschaftsmonaten wenig bekannt. Was im folgenden hierüber mitgeteilt wird, sowie die Beschreibung der Stadien des 3. und 4. Monats, ist in der Hauptsache das Resultat eigener Untersuchungen. — Die erste Anlage der Mittelohrräume wird gebildet durch die erste innere Kiemenfurche oder Schlundtasche, eine Ausbuchtung des seitlichen Schlundgebietes (siehe Fig. 1, 2 u. 3). — Im 1. Embryonalmonat entspricht diese nach dem Rachen zu noch weit offene grubenförmige Tasche, soweit aus ihrer Lage zur Carotis interna geschlossen werden kann, etwa dem mittleren Drittel der Paukenhöhle. — Mitte der 6. Embryonalwoche bildet sie eine in der Frontalebene verlaufende schmale Spalte.

Der nach dem Schlund zu steil abfallende Boden der Tasche reicht schon bis an die Carotis selbst, so daß auch der vordere (tubare) Paukenhöhlenabschnitt gebildet ist und als einigermaßen abgegrenzt

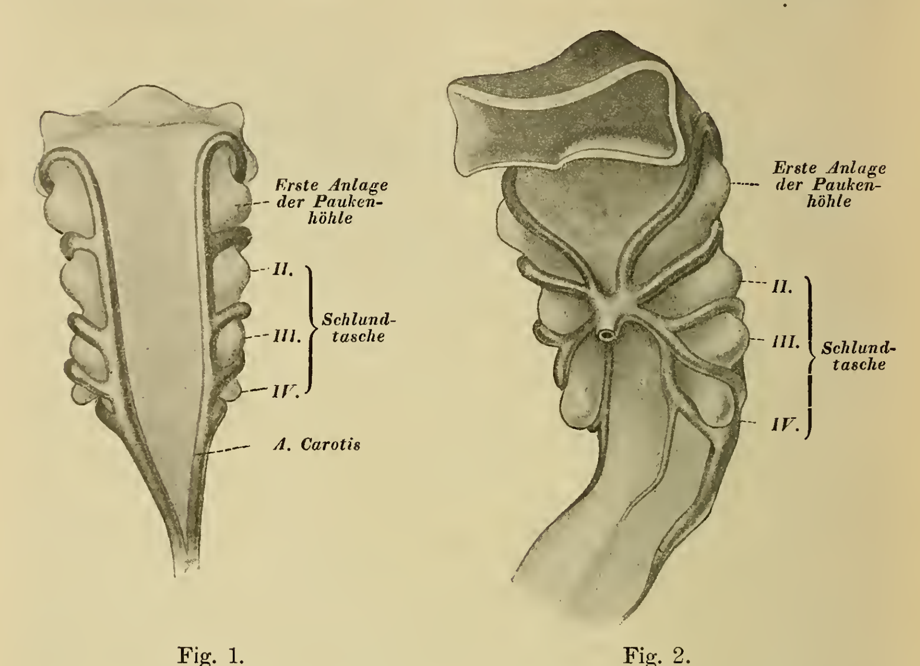


Fig. 1 u. 2. His'sches Modell vom Schlundgebiet eines menschlichen Embryo aus der 3. Woche. Fig. 1 Ansicht von hinten, Fig. 2 Ansicht von vorn und von der Seite.

betrachtet werden darf. Die Spitze der Tasche, welche dem hinteren Ende der fötalen Paukenhöhle entspricht, liegt zwischen dem Hammergriff und dem langen Amboßschenkel; sie ist nicht genau lateralwärts gerichtet, sondern etwas dorsalwärts abgebogen. Die beiden fötalen Paukenhöhlen erscheinen in diesem Stadium als flügelförmige seitliche Anhängsel des Rachens (vergl. Fig. 4—8). Ein der Tuba entsprechendes Wandstück existiert noch nicht. — Mit der rasch vorwärts schreitenden Dickenzunahme der Weichteilschicht, welche den Schlund umgiebt, muß die Längenzunahme des tubotympanalen Raumes gleichen Schritt halten. Auf diese Weise und ähnlich, wie der Gehörgang sich zwischen Concha und Trommelfell einschiebt, interponiert sich nach der 6. Woche auch die T u b e. Diese erscheint gleich von Anfang an niedriger und

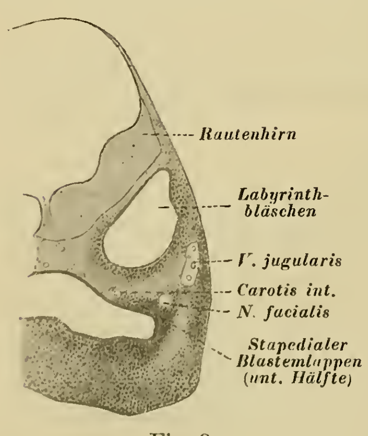


Fig. 3. Menschlicher Embryo von 7 mm NL (4 Wochen alt). Horizontalschnitt durch die untere Hälfte des stapedialen Blastemlappens. Vergr. 21fach.

etwas enger als die Paukenhöhle, aber ebenfalls spaltförmig; zuerst sehr kurz, verlängert sie sich rasch. Demnach entsteht die Tube nicht durch nachträgliche Verengerung eines vorgebildeten Raumes (der seitlichen Rachenpartie nach KASTSCHENKO oder des pharyngealen Kiementaschenabschnittes nach PIERSOL), sondern, wie ich zuerst nachgewiesen habe, durch direktes Längenwachstum der Wände der primär vorhandenen Paukenhöhle, oder mit anderen Worten: durch Hinwegrücken der Paukenhöhle vom Pharynx. Eine derartige embryonale Entwickelung der menschlichen Paukenhöhle und der Tube steht in vollkommener Parallele mit der Phylogenese des Mittelohres, indem bei der Wirbeltierreihe als erste Andeutung des Mittelohres — bei den Pelobatiden — eine unvollkommene Paukenhöhle, dann — bei den übrigen Batrachiern — eine ausgebildete Paukenhöhle mit Trommelfell, und

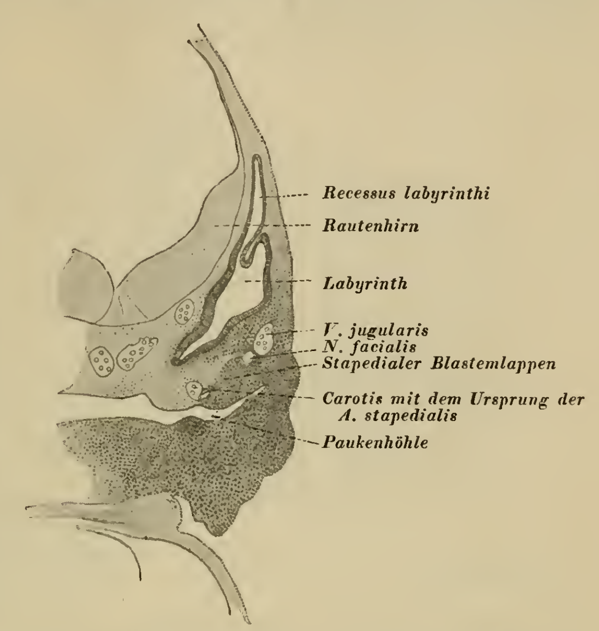
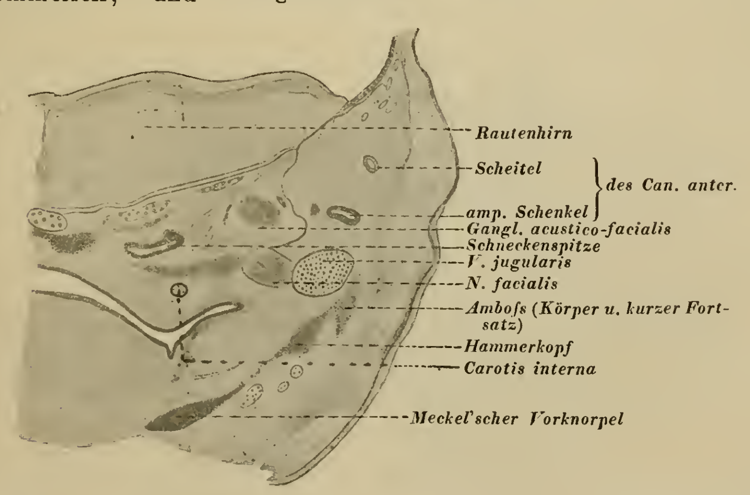


Fig. 4. Menschlicher Embryo von 10,5 mm NL ($4^1/_2$ Wochen alt). Horizontalschnitt durch die Mittelohrgegend in der Höhe der Abgangsstelle der A. stapedialis. Vergr. 21 fach.



Figg. 5—8. Menschlicher Embryo von 15 mm NL ($5^1/_2$ Wochen alt). Horizontalschnitte durch die Mittelohrgegend. Vergr. 21 fach.

Fig. 5. Schnittebene in der Höhe des Acustico-Facialisganglion, Amboßkörpers und Hammerkopfes.

erst zuletzt — bei den Vögeln — sich außerdem auch eine Tube findet.

Bezüglich der Bildung des Trommelfells ergiebt sich folgendes: Die Spitze der Tasche, welche dem lateralen hinteren Endpunkt der Paukenhöhle entspricht, liegt bis zum Ende der 5. Woche direkt unter dem Epidermisüberzug der lateralen Gesichtsfläche. Dieses dünne Wandstück der Paukenhöhle, welches nur aus dem Ektoderm und der

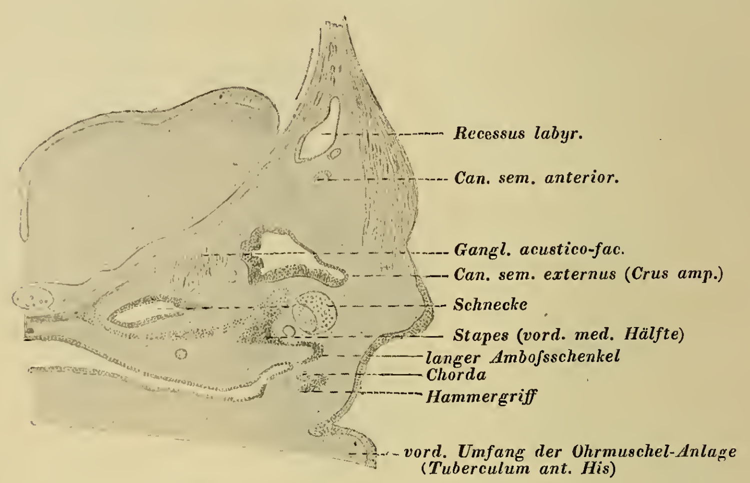


Fig. 6. Schnittebene in der Höhe der Amboß-Steigbügelverbindung und der Steigbügelplatte.

fest damit verklebten Epithelschicht der Schlundtasche besteht und welches vorderhand noch kein Bindegewebe enthält, heißt Verschlußplatte*). Dasselbe scheint beim menschlichen Embryo im Gegensatz zu den anderen Kiementaschen stets von Anfang an ge-

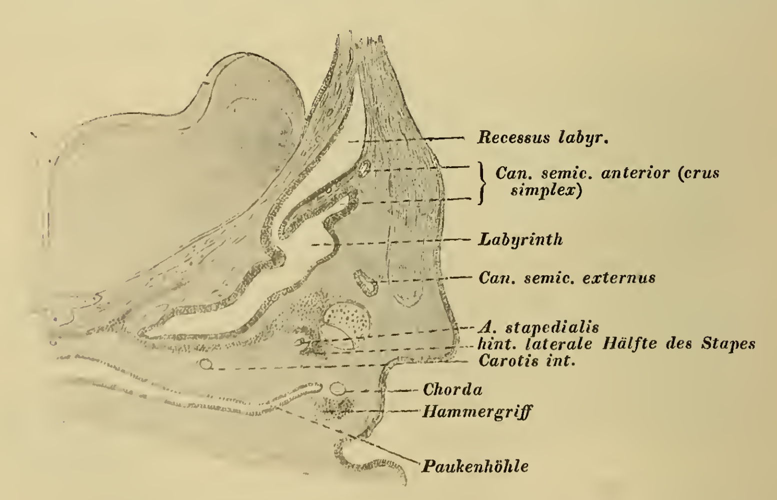


Fig. 7. Schnittebene in der Höhe der lateralen Steigbügelpartie.

*) Vergl. SIEBENMANN, Die ersten Anlagen etc., Arch. f. Anat., 1894, Taf. 22, Fig. 1.

schlossen zu sein. In dieser Gegend haben wir das Trommelfell zu suchen. Indessen entspricht die äußere Trommelfellfläche nicht der Verschlußplatte, sondern erstere wird durch die Gehörgangswülste (oder besser „Conchawülste") im Anfang der 6. Woche auf der ventralen Wand der Kiementaschenspitze abgegrenzt. Als eine nach beiden Seiten hin freie Membran präsentiert sich vorläufig nur die vordere Trommelfellhälfte; denn die Paukenhöhle erstreckt

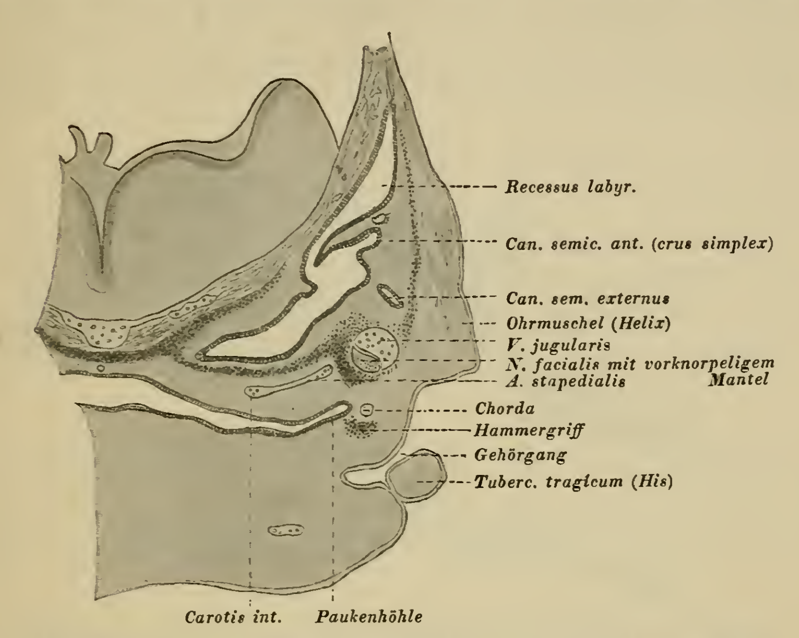


Fig. 8. Schnittebene in der Höhe der Abgangsstelle der A. stapedialis.

sich noch nicht an der Kette der Gehörknöchelchen vorbei in dasjenige Gebiet hinein, welches durch die hintere Trommelfellhälfte lateralwärts abgegrenzt wird (vergl. Fig. 4—8). Ferner ist in der 6. Woche die Verschlußplatte als solche nicht mehr zu erkennen, da sich zwischen Schleimhaut und Ektoderm eine mächtige Schicht von Mesoderm hineingeschoben hat. Der Dickendurchmesser des Trommelfelles ist in diesem Stadium beinahe so groß wie derjenige der Labyrinthwand und nur wenig kleiner als die Länge des Gehörgangs.

Gehörknöchelchen. Als Bildungsstätte des Steigbügels findet sich beim menschlichen Embryo am Ende der 4. Woche eine lappenförmige Schicht von kernreichem Blastem. Dieselbe liegt in der dorsalen Wand der ersten Schlundtasche und steht lateralwärts in kontinuierlicher Verbindung mit dem Blastem, welches daselbst dem kernreichen Verschmelzungsgebiet des 1. und 2. Kiemenbogens entspricht. Dieser stapediale Blastemlappen ist von der Blastemzone der Labyrinthkapsel an Stelle des späteren ovalen Fensters durch mesodermales Gewebe anfangs deutlich getrennt (vergl. Fig. 3). In der Richtung von innen-unten nach außen-oben wird der Blastemlappen durchzogen von einem der Carotis interna entspringenden Gefäß, der A. stapedialis sive mandibularis. Hammer und Amboß

sind auch in der 5. Woche noch in keiner Weise durch besondere Zellgruppierung markiert. — Anfangs der 6. Woche differenzieren sich die vorknorpeligen Gebilde des 1. und 2. Kiemenbogens, und gleichzeitig mit dem Auftreten des MECKEL'schen und REICHERT'schen Knorpelstabes erscheinen auch sämtliche Gehörknöchelchen. Dieselben sind, was ihre Form anbelangt, schon gut ausgebildet. Ihrer Struktur nach müssen sie als vorknorpelig bezeichnet werden. Sie finden sich, wie im Endstadium ihrer Entwickelung, zu einer kontinuierlichen Kette vereinigt. Andererseits aber hangen sie auch, auf eine gleich zu beschreibende Weise, mit den Kiemenbogenvorknorpeln und mit der Labyrinthkapsel zusammen (vergl. Fig. 9). Hammerkopf und Amboß-

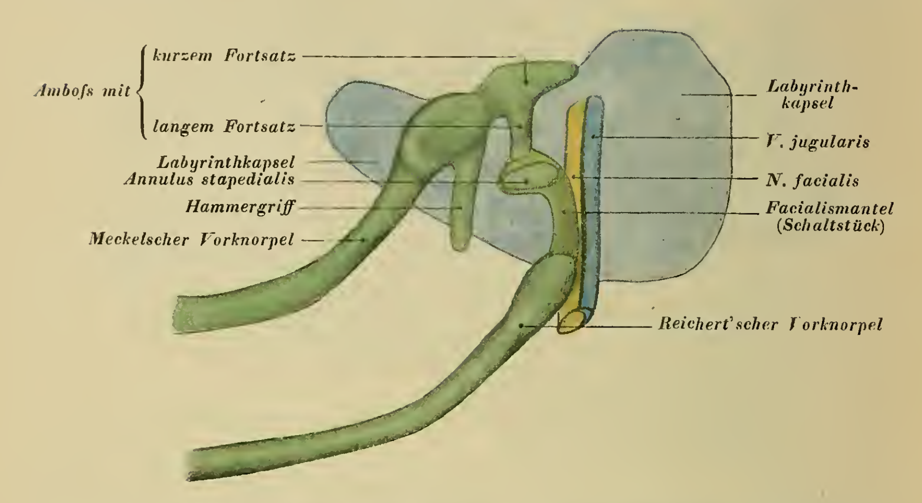


Fig. 9. Die zwischen MECKEL'schem und REISSNER'schem Vorknorpel eingeschaltete Gehörknöchelchenkette am Ende der 6. Woche (halbschematisch in Seitenansicht dargestellt).

körper bilden ein durch keine Trennungslinie geschiedenes Ganzes. Kurzer und langer Amboßfortsatz und Hammergriff sind deutlich entwickelt. Letzterer reicht in der dicken mesodermalen Schicht des Trommelfelles bis in die spätere Umbogegend hinunter. Der lange Amboßschenkel steht in Verbindung mit dem ringförmigen Stapes. Die spätere Stapesplatte läßt, namentlich nach Hämatoxylinfärbung, sich leicht abgrenzen gegen die heller tingierte, sie berührende Zone der eigentlichen Labyrinthkapsel. — Der Hammerkopf geht vermittelst eines sich etwas schwächer färbenden Zwischen- oder Schaltstückes in das dorsale Ende des MECKEL'schen Knorpels über; der Stapes hängt durch ein ähnliches Schaltstück, welches dem Facialis entlang (Facialismantel) hinuntersteigt, mit dem hinteren Ende des REICHERT'schen Knorpels zusammen. — Meine eigenen Untersuchungen drängen zu dem Schlusse, daß die menschlichen Gehörknöchelchen nicht dem einen oder anderen Kiemenbogen angehören, sondern daß sie, gleich wie das Labyrinth, als besondere Teile des vorknorpeligen Schädelskeletes anzusehen sind. Sie verhalten sich dabei durchaus analog den übrigen Knochen des primordialen Schädels, welche in diesem Stadium ebenfalls unter sich

kontinuierlich zusammenhängen und zunächst nur durch Verschiedenheiten im Tinktionsvermögen sich gegeneinander abgrenzen lassen (v. Noorden, Hannover, Jacoby).

Beim Embryo von 3 cm Nackenlänge (also am Ende des 2. Schwangerschaftsmonates) ist das vorknorpelige Gewebe von Gehörknöchelchen wie auch der Labyrinthkapsel schon in embryonalen Knorpel umgewandelt. Nur die Stellen der späteren Labyrinthfenster machen hiervon eine Ausnahme, indem hier der Vorknorpel der Labyrinthkapsel eine bindegewebige Umwandlung erleidet. Diejenige des runden Fensters wird zur Fenstermembran, diejenige des ovalen Fensters aber wandelt sich, ohne ein knorpeliges Zwischenstadium durchzumachen, zum Ligamentum annulare und zum Knorpelüberzug der vom Annulus stapedialis gelieferten Stapesplatte um. In diesem Stadium fand Baumgarten Hammerkopf und Amboßkörper deutlich voneinander getrennt durch eine sich anders tingierende Zwischenscheibe und unmittelbar übergehend in den Meckel'schen (1. Kiemenbogen-) Knorpel. Eine Verbindung des hinteren Endes des Reichert'schen (2. Kiemenbogen-)Knorpels resp. seines als Facialismantel bezeichneten Schaltstückes mit dem Annulus stapedialis ist dagegen nicht mehr vorhanden.

b) Entwickelung vom 3. Monat bis zur Geburt.

Mitte des 3. Monats (4,5 cm NL). Zwischen Hammerkopf und Amboß liegt eine dichte, kontinuierliche Periostschicht; ein Gelenk existiert noch nicht. Das Trommelfell enthält wenig Mesoderm. Die Paukenhöhle wird in ihrem hinteren Abschnitt breiter; der vordere setzt sich fort in die röhrenförmige, seitlich etwas zu-

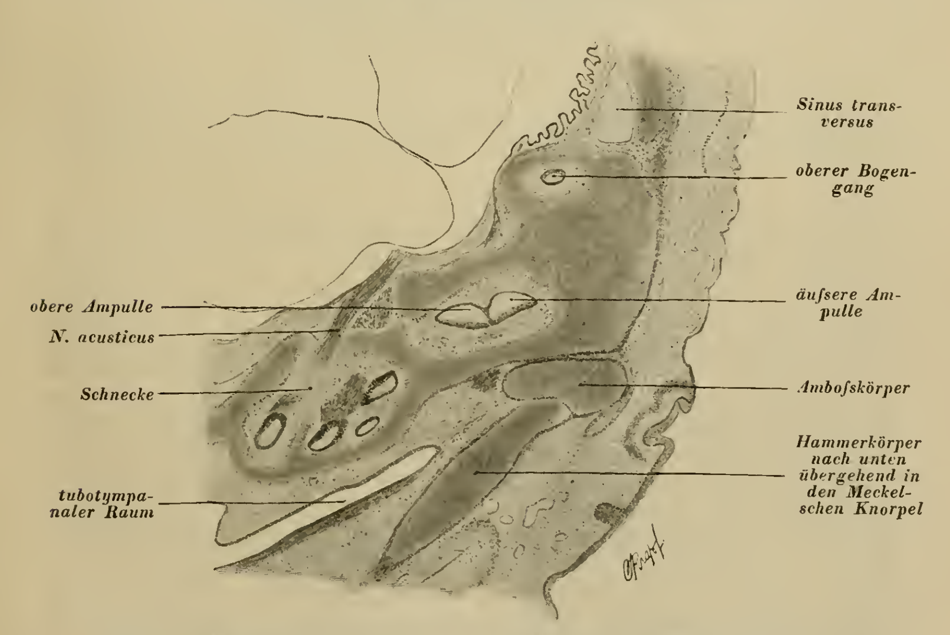


Fig. 10. Menschlicher Embryo von der Mitte des 3. Monats (K.St. 4,5 cm). Horizontalschnitt durch den Körper von Hammer und Ambos.

sammengedrückte Tube. Letztere hat noch kaum die Länge der Paukenhöhle erreicht. Wie im späteren Stadium findet sich das Ostium

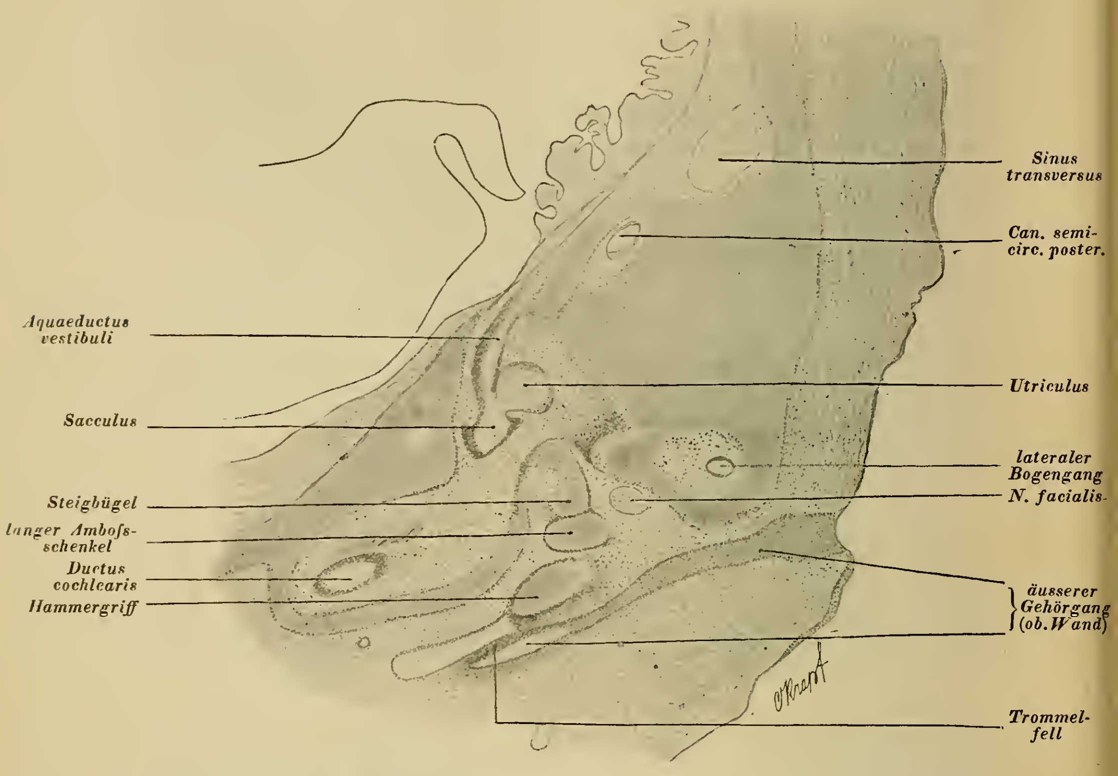


Fig. 11. Menschlicher Embryo von der Mitte des 3. Monats (K.St. 4,5 cm). Horizontalschnitt durch die Gegend des ovalen Fensters und der oberen Gehörgangswand.

tympanicum der Tube relativ hoch über dem Paukenhöhlenboden; am Ostium pharyngeum ist der hintere Tubenwulst deutlich ausgeprägt (Fig. 10 u. 11).

Am Anfang des 4. Monats (8 cm NL). Das Trommelfell enthält eine kontinuierliche gewebige Schicht von Mesoderm. Das untere Ende des Hammergriffes liegt in einer gegen die Paukenhöhle vorspringenden Schleimhautfalte. Der MECKEL'sche Knorpel bildet sich in seiner unteren Hälfte zum Ligamentum petrotympanicum (MERKEL) zurück, während die obere als Processus anterior (Folianus) persistiert. Lateralwärts von letzterem erscheint teils knorpelig, teils als Deckknochen der Unterkiefer. Der Annulus tympanicus beginnt als dünne bindegewebige Umgrenzung des Trommelfelles sich zu differenzieren. Die Binnenmuskeln des Mittelohres sind deutlich zu unterscheiden; der Musculus stapedius wird vom Nerv des 2. Bogens — vom Facialis — versorgt, während der Tensor tympani vom Nerv des 1. Bogens — dem Trigeminus — innerviert wird.

In der Tube findet sich im pharyngealen Abschnitt hohes Cylinderepithel, während der tympanale Abschnitt und die sich lateralwärts

immer mehr verbreiternde Paukenhöhle flaches Epithel trägt. Am niedrigsten erscheint dasselbe im hintersten lateralsten Abschnitt der Paukenhöhle.

Im Laufe des 4. Monats (Fig. 12) bildet sich der MECKEL'sche Knorpel immer mehr zurück und es beginnt der Hammer zu ossifizieren vom unteren medialen Teile seines Kopfes aus; ebenso zeigt sich ein Knochenkern an der entsprechenden Stelle des Amboßkörpers. Das Dach der Paukenhöhle wird in seiner vorderen Partie vom Os squa-

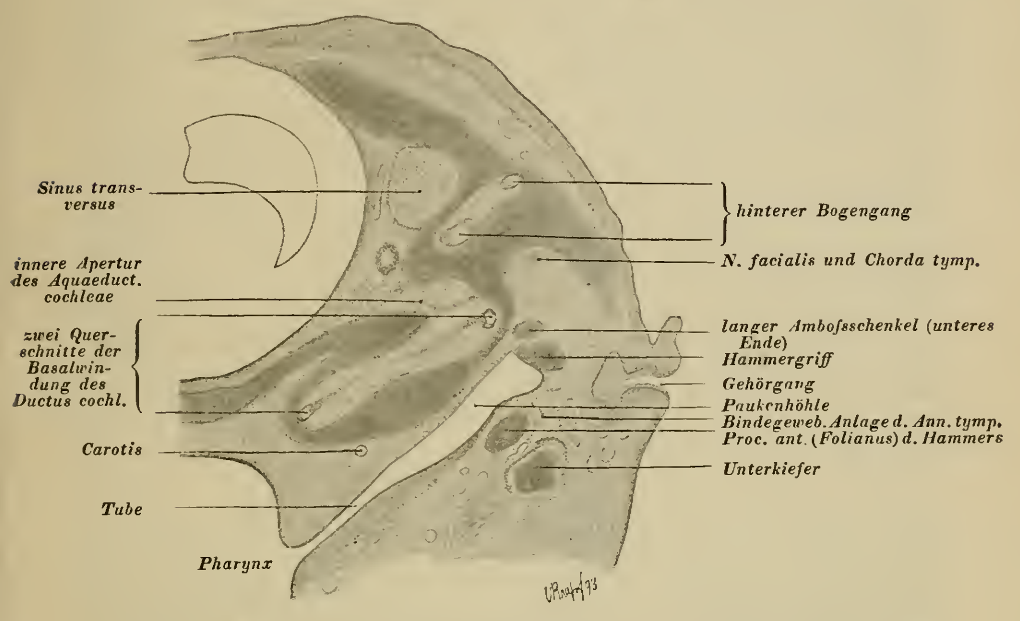


Fig. 12. Menschlicher Embryo vom Anfang des 4. Schwangerschaftsmonats (K.St. 8 cm). Horizontalschnitt durch den tubotympanalen Raum und durch die Gegend des runden Fensters.

mosum (einem Deckknochen) gebildet und ist noch bindegewebig, während die hintere Hälfte — als Processus perioticus superior (GRADENIGO) des Os petrosum — aus Knorpel besteht. Der tubotympanale Kanal reicht noch immer nicht weiter rück- und lateralwärts als bis etwas über den Hammergriff hinaus. In der medialen Tubenwand erscheint der Tubenknorpel.

Am Ende des 5. Monats ist vom Hammer der ganze Kopf und Hals, vom Amboß der Körper und der lange Schenkel verknöchert. Vom Steigbügel sind erst die Schenkel ossifiziert und auch von diesen nur die der Lamina zugewendeten zwei Drittel (DREYFUSS). Der Annulus tympanicus ist vollständig knöchern und mit dem Processus Folianus des Hammers durch Bindegewebe eng verbunden. — Von den die Paukenhöhle umgebenden Wänden ist noch knorpelig die Eminentia styloidea der Bogengangkapsel, sowie der Rand des ovalen Fensters und ein Teil des Tegmen tympani. Der Canalis pro tensore tympani und die Eminentia pyramidalis des Steigbügelmuskels sind noch von Bindegewebe gebildet. — Das hintere laterale Ende der

Paukenhöhle ist in demselben Maße wie bei 3 Monaten jüngeren Embryonen von gewaltig entwickeltem submukösem Schleimgewebe überzogen, dagegen ist das Trommelfell annähernd auf seine endgiltige Dicke reduziert. In diesem Schleimhautpolster, also außerhalb des Lumens der Paukenhöhle, liegen Tensorsehne und Hammerkopf, Amboß und Steigbügel. Der knöcherne resp. knorpelige **Aditus** endigt blind und ohne weitere Fortsetzung kurz hinter der Spitze des horizontalen Amboßschenkels.

Beim Fötus von 6—7 Monaten zeigt sich der Steigbügel vollständig verknöchert; am Amboß ist die der Gelenkfläche zunächstliegende Partie und am Hammer der unterste Teil des Handgriffes noch knorpelig. Die Dimensionen des Trommelfelles haben schon ihre endgiltige Länge annähernd erreicht.

Während das Labyrinth am Ende des 7. Fötalmonates in seinem makroskopischen und mikroskopischen Bau ziemlich fertig gebildet ist und sich von dort weg bis zur Geburt auch nicht mehr viel vergrößert, entwickelt sich von jenem Zeitpunkte an eine spongiöse Schicht um die kompakte knöcherne Labyrinthkapsel, welche namentlich am hinteren äußeren Ende und an der Spitze des Os petrosum unverhältnismäßig rasch eine beträchtliche Dicke erreicht. Doch setzt sich dieser Knochen an die laterale und hintere Felsenbeinpartie nicht so an, daß der bis jetzt fertig gebildete Aditus schon hinter der Spitze des kurzen Amboßschenkels dadurch abgeschlossen würde; vielmehr gruppiert er sich so, daß hinter dem Aditus unter gleichzeitiger Verknöcherung der anliegenden Partie der Labyrinthkapsel, d. h. des lateralen und hinteren Bogengangabschnittes, sich das Antrum unmittelbar nach hinten anschließt. [Schwartze und Eisell geben im Gegensatz hierzu an (Archiv f. Ohrenheilkunde, Bd. 7), das Antrum entstehe durch nachträgliche Pneumatisierung des zuvor solid angelegten Knochens.] Wir haben also hier wieder ähnliche Entwickelungsverhältnisse vor uns, wie wir sie bei der Entstehung der Tube konstatiert haben: Die Paukenhöhle wächst entsprechend der zunehmenden Dicke der Schlundwand successive in die Länge und zwar so, daß ein Stück nach dem anderen sich ansetzt. Ich hebe dies besonders hervor, da die Ansicht vorherrscht, daß der ganze Tractus des Mittelohres — allerdings noch ungegliedert — schon beim Fötus im Kleinen vorhanden sei und daß sich beim späteren Wachstum eine bloße Segmentation desselben einstelle.

Im 8.—10. Fötalmonat verknöchert auch die der Paukenhöhle zugekehrte Wand des Facialiskanales, welche bis dahin bindegewebig geblieben war und welche bei den meisten Säugern — nur einige Affenarten ausgenommen — auch auf jener Entwickelungsstufe stehen bleibt. Erst zu allerletzt formt sich die Halbrinne, in welcher die Carotis interna sich an das Felsenbein anschmiegt, zum geschlossenen Knochenkanal. — Die Ossifikation der Gehörknöchelchen ist Anfangs des 9. Monats vollendet. — Gegen Ende des fötalen Lebens beginnt das submuköse Bindegewebspolster zu schwinden, und die Schleimhaut legt sich immer enger dem Knochen an. Das Lumen des tympanalen Raumes wächst dementsprechend und dehnt sich zunächst auf die ganze hintere Hälfte der Paukenhöhle und auf den Aditus, dann auch auf das Antrum aus. Indem es sich aber auch zwischen Knochenwand und Gehörknöchelchen hineinschiebt und denselben sowie der Chorda, den intratympanalen Muskelsehnen etc. straffer aufsitzt, werden

letztere von ersterer — der Knochenwand — immer mehr isoliert, bis sie schließlich nur noch durch dünne Stränge und mesenteriumähnliche Schleimhautfalten mit ihr in Verbindung stehen. — Die Paukenhöhle der reifen Frucht wird von einer fast gleichmäßig dünnen, schon ganz entwickelten Schleimhaut bedeckt. Ihr freier Raum enthält eine Flüssigkeit, welche ziemlich identisch ist mit derjenigen, welche sich während des intrauterinen Lebens auch in der Nasen- und Rachenhöhle findet. Erst nach der Geburt wird das Mittelohr lufthaltig und zwar infolge von Resorption dieses flüssigen Inhaltes und entsprechendem Nachrücken atmosphärischer Luft durch die Tuben. Die Angaben verschiedener Autoren, nach welchen die Paukenhöhlenschleimhaut bei Neugeborenen häufig noch ein starkes Polster bilde und erst nach Eintritt der atmosphärischen Luft sich verdünne, beruhen offenbar auf der falsch gedeuteten Thatsache, daß entzündliche Zustände des Mittelohres schon in den ersten Lebenstagen nachgewiesenermaßen außerordentlich haufig vorkommen.

Bemerkenswert ist der Umstand, daß (wenn wir von den pneumatischen Zellen absehen) die Knochenwände von Paukenhöhle, Aditus und Antrum, sowie das Trommelfell beim Neugeborenen in ihren Dimensionen nur wenig hinter denjenigen des Erwachsenen zurückstehen, ein Verhältnis, das sich wiederholt bei der Vergleichung des inneren Ohres beim Neugeborenen und beim Erwachsenen.

Die pneumatischen Zellen des knöchernen Mittelohres bilden sich, abgesehen von ganz flachen Ausbuchtungen des Antrum, erst im extrauterinen Leben.

II. Labyrinth.

Das Gehörgrübchen, welches durch Einstülpung des Ektoderms entsteht, bildet das jüngste (von His beim menschlichen Embryo von 2,4 mm Nackenlänge) beobachtete Entwickelungsstadium der Ohranlage. Schon bei 2,6 mm und 4,0 mm Nackenlänge findet sich das Grübchen abgeschnürt und geschlosseu zu einem 0,3—0,4 mm Durchmesser haltenden Bläschen. Dasselbe liegt als paariges Organ etwas hinter der größten Ausweitung der Rautengrube dem Nachhirn an. Seine Wandauskleidung besteht durchwegs aus relativ hohem Epithel.

Am Ende des 1. Schwangerschaftsmonates besitzt das Gehörbläschen die Gestalt einer seitlich zusammengedrückten, mit dem Längsdurchmesser von vorn-medial nach hinten-lateral gerichteten Birne. Die mediale Wand ist entsprechend der Wölbung des anliegenden Hirnes etwas konkav und besitzt nahe dem hinteren Ende eine ebenfalls seitlich abgeflachte Hervorstülpung — den Recessus labyrinthi. Derselbe schiebt sich zwischen dem hinteren Ende des Labyrinthbläschens und der Hirnwand noch eine kurze Strecke über ersteres hinaus nach rückwärts; er entspricht dem späteren Ductus und Saccus endolymphaticus. Im übrigen ist die Labyrinthblase in diesem Stadium noch ungegliedert; nur der zugeschärfte obere Rand zeigt eine Andeutung der Falte, aus welcher sich in der Folge der vordere und hintere Bogengang entwickelt, und ebenso läßt eine seichte Rinne an der inneren Wand neben dem Ansatz des Recessus labyrinthi schon jetzt die spätere Grenze zwischen vestibularer und cochlearer Abteilung der Gehörblase erkennen. Ueber der Zwischen-

wand zwischen Bläschen und Mark liegt das Ganglion acusticum. Die zukünftige Labyrinthkapsel erscheint als eine der Epithelschicht unmittelbar sich anschmiegende und dasselbe allseitig umgebende vorknorpelige (Blastem-)Zone, deren Zellen dichter gedrängt stehen und sich dunkler tingieren als diejenigen der weiteren Umgebung.

Während der 5. und 6. Woche spielen sich — den Recessus ausgenommen — im ganzen Gebiete des Hörbläschens wichtige Prozesse ab: Am hinteren Ende bilden sich die Bogengänge durch Ausstülpung von Taschen, welche anfangs ein völlig freies, schlitzförmiges Lumen besitzen, deren centrale Partie in der Folge aber verklebt, während die Randzone röhrenförmig erweitert bleibt; aus einer gemeinsamen großen Tasche formiert sich zunächst der vordere und hintere Bogen, und etwas später bildet sich aus einer kleinen Falte auch der äußere Bogengang heraus. — Eine fernere in diese Entwickelungsperiode fallende Veränderung besteht darin, daß der vordere Teil des Labyrinthbläschens — die spätere Schnecke — sich hackenförmig nach oben biegt. Zugleich legen sich vom Ganglion acusticum aus Bündel von Nervenfasern an die durch höheres, dichter bewimpertes Epithel ausgezeichneten, unter sich und gegen die Nachbarschaft aber noch höchst unvollständig abgegrenzten Gegenden der Ampullen und der Maculae acusticae, sowie an die konkave Kante der hackenförmigen Schneckenkanalanlage.

Anfangs des 3. Monats beginnt die vorknorpelige Zone der Labyrinthkapsel sich in embryonalen Hyalinknorpel umzuwandeln. Utriculus und Sacculus werden scharf getrennt durch eine von vornoben tief hineintretende Wandfalte. Letzterer gegenüber drängt sich von unten eine andere Falte hinein, welche die Gegend zwischen Vorhofblindsack der Schnecke und hinterer Ampulle einstülpt. Beide Faltenerhebungen schnüren die Partie des späteren Ductus reuniens ein. Die Ampullenwände nehmen ihre charakteristische Form an; auch die einfachen Schenkel der 3 Bogengänge zeigen in der Nähe ihres utriculäres Endes je eine spindelförmige Auftreibung (His jun.). Der auf dem Querschnitt fast kreisrunde Ductus cochlearis ist 1 $^1/_2$ mal aufgerollt, und derjenige Teil des Ganglion acusticum, welcher später zum Ganglion spirale wird, hat diese Windungen ebenfalls mit ausgeführt.

Mitte oder Ende des 3. Monats (Fig. 10 u. 11) hat die Epithelauskleidung der indifferenten Stellen des häutigen Labyrinthes an Höhe bedeutend eingebüßt; das Vorkommen von hohem Epithel ist auf die nun scharf umschriebenen Nervenendstellen beschränkt. Derjenige Teil derselben, welcher den statischen Funktionen dient, ist vollkommen ausgebildet: Die Maculae acusticae sind von der Otolithenmembran bedeckt, doch sind ihre den Otolithen entsprechenden und aus losgelösten Epithelien entstehenden corpuskulären Elemente noch nicht verkalkt; vielmehr färben sie sich in meinen diesbezüglichen Präparaten, analog den Zellkernen, noch intensiv blau; die Cristae bilden halbkugelige Einstülpungen und tragen die lange gestreifte Cupula terminalis. Der Schneckenkanal dagegen ist in seiner Entwickelung noch weiter zurück: er beschreibt erst annähernd 2 Windungen. Sein Lumen erscheint auf allen Punkten seines Verlaufes von der basalen Seite her abgeplattet. Die Epithelauskleidung ist noch an keiner Stelle wesentlich niedriger geworden; mit auffallend hohen Epithelzellen besetzt ist dagegen die nach der Basis und nach der Spindel zu ge-

richtete Partie des Wandumfanges. Alle Zellen dieses Epithelwulstes stehen senkrecht zur Wand und zeigen dementsprechend auf dem Querschnitt durch den Schneckenkanal radiäre Anordnung; ihre Kerne liegen auffallend tief. Von dem cuticularen Saum dieser Zellen erheben sich auf derjenigen Partie, welche der späteren Papilla spiralis entspricht, Wimperhaare; über ihnen liegt eine feinkörnige, aber keine Streifung mehr erkennen lassende Flüssigkeit, welche über halber Höhe des Ductus cochlearis horizontal begränzt wird durch die dünne CORTI'sche Membran. Letztere entspringt dem cuticularen Saum der hohen Zellschicht, welche die modioläre (innere) Wand des Schneckenkanales auskleidet und endigt mit einem gefransten freien Rand über dem äußeren Ende desjenigen Teiles des Epithelwulstes, welcher der späteren Papilla basilaris entspricht. Als auffälligen Befund notiere ich ferner, daß der Basalwindung, die CORTI'sche Membran in diesem Stadium noch fehlt (Fig. 13). — Die knorpelige Labyrinthkapsel bildet

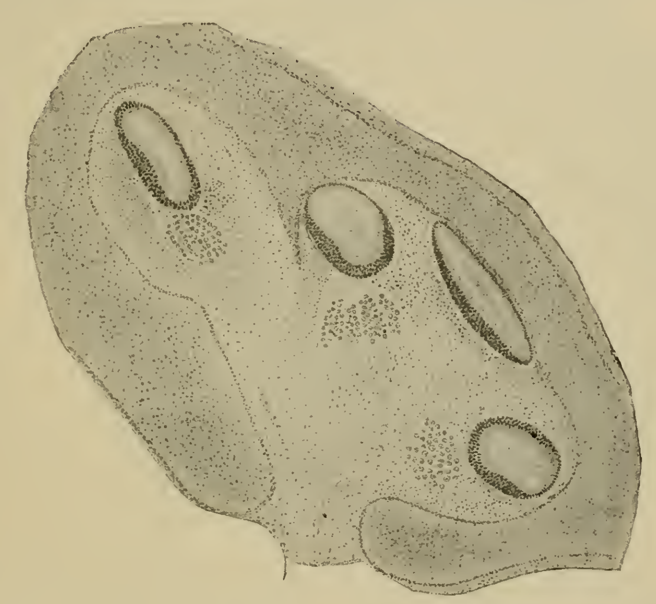


Fig. 13. Horizontaler Querschnitt durch die Schnecke eines menschlichen Embryo von 4,5 N.St.-Länge. Membrana tectoria in der Basalwindung noch fehlend.

einen hohlen dicken Mantel, dessen äußere und innere Fläche bedeckt ist je mit einer dünnen Schicht von embryonalem Bindegewebe, welches später sich zur Periost umwandelt. Knorpelige Zwischenwände zwischen den Windungen des Ductus cochlearis sind noch keine vorhanden; ebenso fehlt noch an vielen Stellen eine knorpelige Begrenzung der Bogengänge auf der Seite, welche ihrer konkaven Wandfläche entspricht. Der Abstand zwischen häutigem Labyrinth und knorpeliger Labyrinthkapsel ist in rascher Zunahme begriffen; der dadurch entstehende bedeutende Zwischenraum zeigt sich erfüllt von lockerem embryonalem Bindegewebe. Als nicht verknorpelte Stellen finden wir an der Labyrinthkapsel die beiden Labyrinthfenster und die Gegend der beiden Aquädukte. Ueber das weitere Schicksal der ersteren ist schon berichtet

worden im Kapitel über die Entwickelung des Mittelohres. Was den Aquaeductus vestibuli anbelangt, muß nachträglich noch bemerkt werden, daß die periphere Hauptpartie des Recessus labyrinthi — der spätere Saccus aquaeductus vestibuli sive endolymphaticus — von der Knorpelkapsel nicht mit eingeschlossen wird; sein Lumen bleibt durch einen engen Gang, den Aquaeductus vestibuli oder Ductus endolymphaticus,

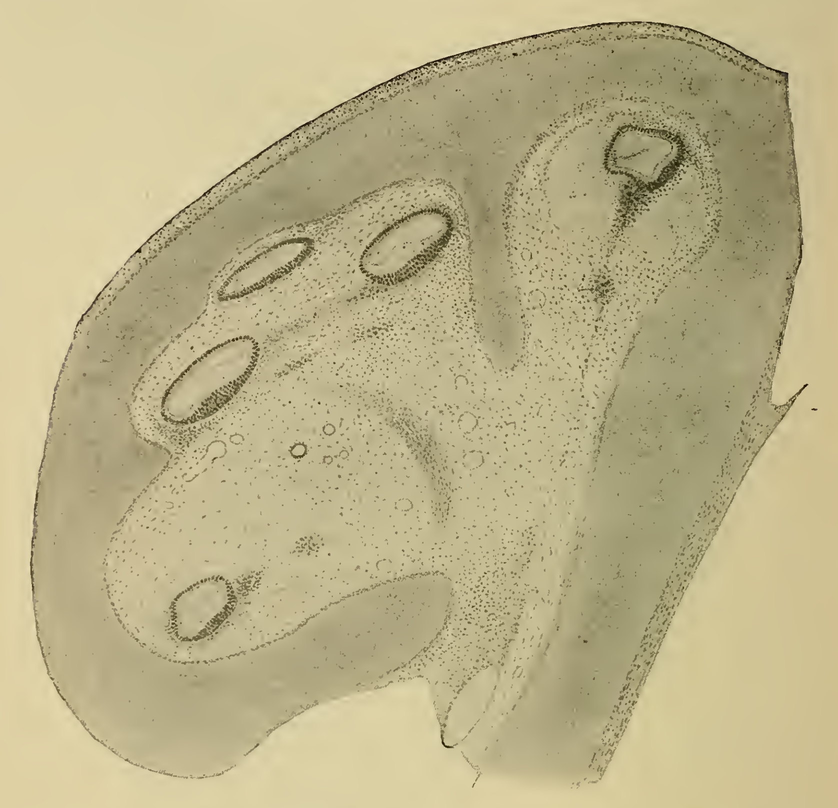


Fig. 14. Horizontaler Querschnitt durch die Schnecke eines menschlichen Embryo von 8 cm N.St.-Länge.

in Verbindung mit dem übrigen Labyrinth. Er mündet in letzteres an der Grenze zwischen Utriculus und Sacculus, nämlich direkt gegenüber jener Faltenerhebung, welche Sacculus und Utriculus von oben her trennt; er steht also, obwohl noch ohne gabelige Teilung, mit beiden in Verbindung.

Im Anfang des 4. Monats (Fig. 14 u. 15) besitzt die Schnecke schon ihre $2^1/_2$ Windungen. Auf der Innenfläche der knorpeligen Schneckenkapsel erscheint als Anlage der bis jetzt noch fehlenden Zwischenwände eine knorpelige spirale Leiste, welche in der Schneckenspitze ganz schmal ist, von dort weg aber gegen die Basis der Schnecke zu an Breite rasch zunimmt. Laminae cribrosae, Schneckenspindel sowie die an sie anstoßenden Partieen der Lamina spiralis und der Zwischenwände sind noch bindegewebig und ossifizieren (als Deckknochen) später direkt, ohne ein knorpeliges Zwischenstadium durch-

gemacht zu haben. In allen Windungen, und zwar am deutlichsten in der basalen, findet sich — wenn auch noch in plumpen Umrissen — schon die charakteristische Wandgestaltung des Ductus cochlearis mit der Stria vascularis, dem Limbus, dem gefransten Rand des

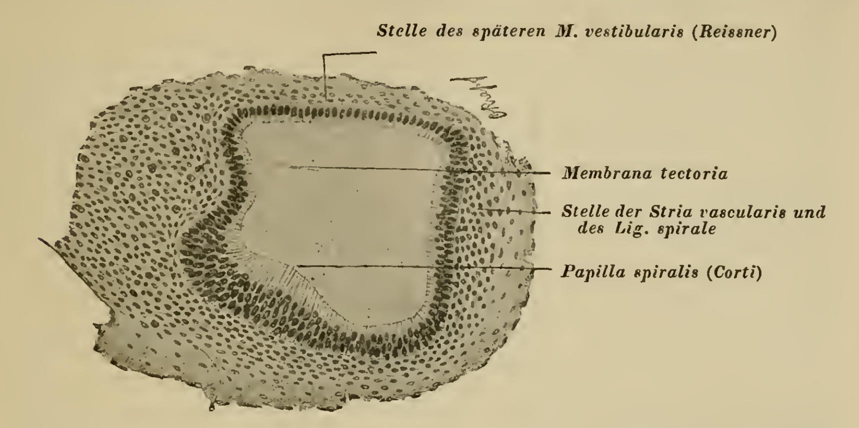


Fig. 15. Horizontaler Querschnitt durch den Ductus cochlearis (Basalwindung) eines menschlichen Embryo von 8 cm N.St.-Länge.

Labium vestibulare und in allen Windungen auch die schief radiär gestreifte Corti'sche Membran. Auf welche Weise diese Teile durch Verschiedenheit in der Richtung und in der Wachstumsintensität der dabei beteiligten Epithelgruppen allmählich aus dem oben beschriebenen einfach gestalteten Wulst des durchweg einschichtigen Wandepithels hervorgehen, ergiebt sich unschwer aus nebenstehenden Abbildungen. — In dem spiralen Wulst, aus welchem später das Corti'sche Organ hervorgeht und dessen Zellen durch deutliches Konvergieren ihrer oberen Enden ihre spätere definitive Stellung einzunehmen beginnen, bereitet sich in dieser Periode ein Zerklüftungsprozeß vor, der von His auch an den Epithelien anderer Organe im embryonalen Stadium beobachtet worden ist, und als dessen persistentes Endprodukt sich sogen. Säulen- oder Leiterepithel — hier die Corti'schen und Deiter'schen Zellen — allmählich herausbildet.

Das lockere Bindegewebe mit seinen sternförmigen Zellen, welches den Zwischenraum zwischen den Windungen des Ductus cochlearis und der Schneckenkapsel ausfüllt, beginnt ebenfalls im 4. Fötalmonat an Stelle der späteren Skalen und des Aquaeductus cochleae zu schwinden und zwar am deutlichsten im Basalteil und in der Cisterna perilymphatica vestibuli, ein Prozeß, der im 5. Monat zum Abschluß gelangt. Eine sich verdichtende, bindegewebige, nerven- und gefäßführende Zone markiert die Stelle der späteren Lamina ossea. Anordnung und Eintritt der — allerdings relativ noch zahlreichen und großen — Gefäße erscheinen jetzt ähnlich wie im völlig entwickelten Stadium; auch der geschlängelte, korkzieherartige Verlauf der spiralen Schneckenarterien macht sich schon deutlich bemerkbar. Die Verknöcherung der Labyrinthkapsel wird dadurch eingeleitet, daß sowohl von ihrer äußeren als inneren Oberfläche Gefäße in dieselbe hineinwachsen, den Knorpel zum Schmelzen bringen und Kalksalze ablagern. Sie beginnt am Ende des 4. Monats und ist nach

meinen Erfahrungen mikroskopisch schon beim Fötus von 15 cm Kopf-Fußlänge nachzuweisen. Vrolik fand den ersten makroskopischen Knochenpunkt beim Fötus von 17 cm Körperlänge und zwar in der Gegend des Promontorium. — Bei 21 cm Körperlänge treten nach dem nämlichen Autor 3 weitere Knochenpunkte hinzu: Von diesen befindet sich der eine am Tegmen tympani in der Gegend der Facialisrinne; derselbe rückt der oben genannten ersten Ossifikationsstelle schon jetzt entgegen bis zum ovalen Fenster. Ein 3. Knochenpunkt läßt sich in diesem Entwickelungsstadium an der vorderen proximalen Partie der Schneckenkapsel und ein 4. am unteren Ende des Crus commune nachweisen. — Ende des 5. Monats tritt in der Pars mastoidea ein 5. und 6. Knochenpunkt auf: der eine auf dem Canalis semicircularis externus, der andere etwas weiter vorn, nahe der Sutura petromastoidea. — Ende des 6. Monats ist das Labyrinth allseitig von Knochen eingeschlossen; ausnahmsweise findet man aber schon bei Föten von 18 cm Körperlänge — also im Anfang des 5. Monats — diesen Prozeß ebensoweit gediehen (Vrolik). — Ueber die perichondrale Apposition, welche in den späteren Fötalmonaten die Hauptmasse des Felsenbeines und damit auch die Wände des knöchernen Mittelohres liefert, findet sich Ausführlicheres im vorhergehenden Abschnitt.

D. Anatomie des Mittelohres.

Das Mittelohr wird gebildet durch einen lufthaltigen Kanal, welcher an der Seitenwand des Retronasalraumes spaltförmig mit der (I.) Tube beginnt, dann in die vordere Partie des Schläfenbeines tritt und zur (II.) Paukenhöhle erweitert in der Richtung nach außen, oben und hinten sich zwischen Gehörgang und Labyrinth hindurchschiebt, als (III.) Aditus ad antrum Recessus epitympanicus in nämlicher Richtung sich fortsetzt und im lateralen hinteren Teil des Schläfenbeines blind endigt mit dem (IV.) Antrum mastoides. In den knöchernen Wänden der genannten Hohlräume und mit letzteren frei kommunizierend finden sich außerdem noch eine wechselnde Zahl kleiner und größerer lufthaltiger (pneumatischer) Zellen.

Diese 4 Hauptabschnitte des Mittelohres sollen nun in der gegebenen Reihenfolge näher beschrieben werden.

I. Die Tube.

Historisches: Die Tube, Tubae Eustachii oder Ohrtrompete, war schon Alkmäon (500 v. Chr.) und Aristoteles (384 v. Chr.) bekannt. Ferner erwähnt Vesal einer Spalte, welche das Ohr mit der Mundhöhle verbindet. Eine nähere Beschreibung gab Eustachius (1562). Vorzügliche anatomische und physiologische Studien über die Tubenmuskeln publizierte Valsalva (1707).

Physiologisches: Die Tube bildet den Kommunikationsweg zwischen Retronasalraum und Paukenhöhle, auf welchem sich Druckdifferenzen der äußeren Luft und der Binnenluft der Mittelohrräume ausgleichen. Bei dem bedeutenden Resorptionsvermögen der Mittelohrschleimhaut haben nämlich andauernde Verlegungen der Tube zur Folge, daß die im Mittelohr eingeschlossene Luft rarefiziert wird: Unter dem Einfluß einer solchen allmählich fortschreitenden, durch Störung der Ventilation herbeigeführten intratympanalen Luftverdünnung wird erstens in der Mittelohrschleimhaut Hyperämie und Transsudation angeregt und zweitens treten an den nachgiebigsten Stellen der Paukenhöhle, d. h. einerseits am Trommelfell und andererseits an den Labyrinthfenstern sowie in der zwischen beiden eingeschalteten Gehörknöchelchenkette, Spannungsanomalien auf; beide Störungen haben zur Folge, daß das Leitungsvermögen des Mittelohres für Schallwellen, welche durch die Luft dem Trommelfell zugeführt werden, vermindert wird und daß auf solche Weise mehr oder weniger hochgradige Schwerhörigkeit entsteht. Ebenso hat aber auch Ueberdruck der äußeren Luft (des Gehörganges) schädlichen Einfluß auf das Gehör; ausnahmsweise, z. B. bei in der Tiefe des Wassers beschäftigten Caissonarbeitern, kann er sogar zu Kontinuitätstrennungen des Trommelfelles führen. Die physiologische Bedeutung der Tube liegt also in ihrer Eigenschaft als Ventilationsrohr. Als Abflußweg für Sekretansammlungen der Paukenhöhle ist sie wohl belanglos, da ihre Abgangsstelle von letzterer nahe dem Dach, also absolut ungünstig liegt, ein Verhältnis, das sich in ähnlicher Weise auch bei anderen pneumatischen Knochenräumen, z. B. bei der Keilbeinhöhle, der Oberkieferhöhle und den Zellen des Warzenfortsatzes findet; zudem zeigt sich wenigstens bei intensiveren Entzündungszuständen der Paukenhöhle gewöhnlich auch die knöcherne Tube derart mitergriffen, daß ihr Lumen gerade während dem Stadium stärkster Sekretion mehr oder weniger fest zugeschwollen bleibt.

Anatomie.

Verlauf: Die Tube steigt auf ihrem Wege vom Retronasalraum zur Paukenhöhle derart aufwärts nach außen und hinten, daß sie mit der Axe des knöchernen Gehörganges einen nach außen und vorn offenen Winkel von 135—140^0 bildet und 30—40^0 gegen die Horizontalebene geneigt ist. Ihr Verlauf ist zuweilen nicht vollständig gestreckt, sondern ganz leicht spiralig gedreht; nicht selten zeigt sich auch eine leichte Abbiegung der unteren Partie mit lateralwärts gerichteter Konvexität. Eine weitere Abweichung vom gestreckten Verlauf besteht darin, daß gewöhnlich der sogen. knorpelige Teil der Tube gegen den knöchernen Teil in einem nach unten offenen, sehr weiten Winkel abgeknickt ist, eine Biegung, die indessen meistens am Dach der Tube nicht zum Ausdruck kommt, sondern bloß den Tubenboden betrifft.

Lumen (Fig. 16 u. 17): Das Lumen der Tube bildet im größten Teil ihres Verlaufes eine auf dem Querschnitt senkrecht verlaufende Spalte. Beim Erwachsenen besitzt es eine Länge von 34—40, durchschnittlich 36 mm (Bezold); davon entfallen ziemlich genau $^1/_3$ auf den oberen knöchernen, $^2/_3$ der Länge auf den unteren knorpeligen Teil. Auf einem vertikalen Längsschnitt durch die Tube erscheint die

Form ihres Lumens insofern etwas sanduhr- oder biscuitförmig, als gegen die beiden Endpunkte hin, also sowohl gegen das Ostium tympanicum als auch gegen das Ostium pharyngeum, sich eine allmählich zunehmende Erweiterung zeigt. Die engste Stelle — der Isthmus —

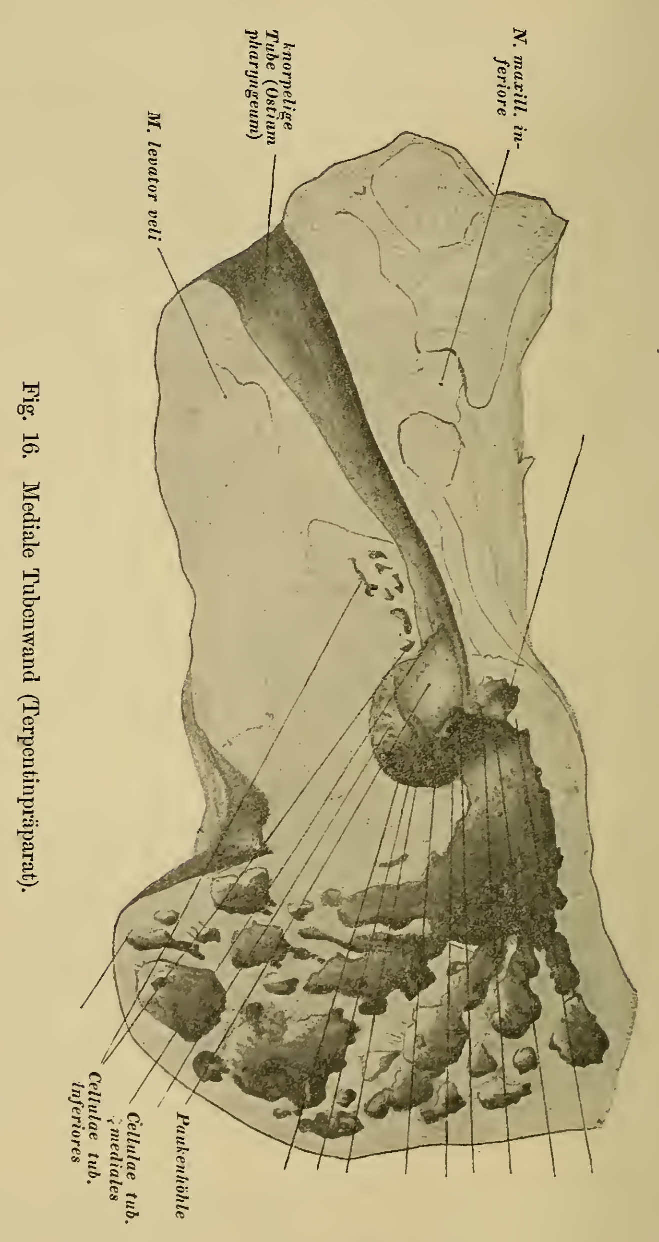


Fig. 16. Mediale Tubenwand (Terpentinpräparat).

liegt am Uebergang der knorpeligen Tube in die knöcherne, und hier beträgt die Höhe des Lumens öfters über eine ziemliche Länge hin 2—4,5 mm, durchschnittlich 3 mm, die Breite sogar bloß 0—1,5 mm

(Bezold), so daß Weichteilkorrosionspräparate hier gar nicht selten eine Lücke aufweisen und ein solcher Tubenausguß nur in 2 vollständig getrennten Stücken zustande kommt. Die Höhe des Ostium tympanicum beträgt, von Bezold an Ausgüssen gemessen, 3—6, durch-

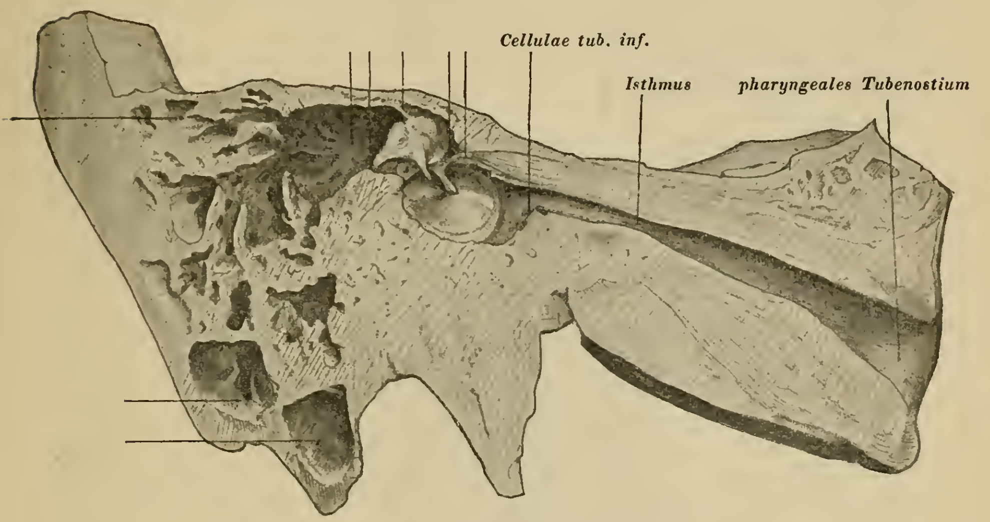


Fig. 17. Laterale Tubenwand (Terpentinpräparat).

schnittlich 4,5 mm, die Breite 3—3,5, durchschnittlich 3,3 mm; das Ostium pharyngeum ist ca. 9 mm hoch und 5 mm breit (Zuckerkandl). Das Dach der knöchernen Tube bildet meistens nicht eine schmale oder gar spaltförmige Rinne, sondern eine mehr oder weniger ebene, horizontal verlaufende Fläche, deren Gestaltung dem Boden des darüberliegenden Tensorkanales entspricht. Querdurchschnitte durch diese Partie lassen das Tubenlumen daher hier gewöhnlich 3-kantig erscheinen; indessen kommen mannigfache Variationen vor, indem dasselbe zuweilen auch als eine bald nach außen, bald nach innen schräg gerichtete Spalte, seltener als ein Viereck sich präsentiert. Ueber die Ursachen dieser verschiedenen Konfigurationen werden wir uns sofort ins Klare zu setzen haben; zuvor aber muß gleich hier noch erwähnt werden, daß, wie schon aus den mitgeteilten Zahlen erhellt, die Dimensionen des Tubenlumens wesentlichen individuellen Schwankungen unterworfen sind und daß die Frage, ob die menschliche Tube in der Ruhestellung auf eine größere Strecke gänzlich geschlossen sei, nur im allgemeinen dahin beantwortet werden darf, daß sie gewöhnlich eine wenigstens in ihrem mittleren Abschnitt geschlossene Röhre darstelle. Indessen lehren die Erfahrung und das Experiment, daß bei manchen Individuen ein derart geringer Druck genügt, um Wasser, Luft etc. vom Nasenrachenraum aus in das Mittelohr zu treiben, daß dieser Verschluß anch hier zum mindesten als ein höchst schwacher oder unvollständiger bezeichnet werden muß. Noch viel deutlicher erhellt dies aus dem sogen. Aspirationsversuch, indem bei den meisten Individuen schon bei kräftiger Inspiration (namentlich aber, wenn gleichzeitig die Nase geschlossen wird) diese Luftverdünnung sich auf die Pauken-

höhle fortsetzen kann. Durch das perforierte Trommelfell in die Paukenhöhle geträufelte Flüssigkeit sieht man nicht selten ohne Anwendung irgend welchen Druckes bei seitwärts geneigter Kopfhaltung in den Retronasalraum abfließen. Das Verständnis dieser und anderer wichtiger, die Konfiguration des Tubenlumens betreffender Punkte ergiebt sich am besten bei der nun folgenden Beschreibung der **Tubenwandungen** und ihrer näheren Umgebung.

Mucosa: Ausgekleidet ist die Tube in ihrer ganzen Länge mit Schleimhaut, welche einschichtiges, mit Basalzellen versehenes Flimmerepithel (und Becherzellen) trägt und deren unterer Abschnitt an der Leiche sich stets bedeckt zeigt mit einer dünnen Schleimschicht.

Die tieferen, die Mucosa stützenden Schichten der Tube bestehen in der Hauptsache aus Knorpel und aus Knochen. Knochen findet sich im oberen Drittel (knöcherne Tube); die unteren zwei Drittel besitzen dagegen eine knorpelige Grundlage (knorpelige Tube). In diesen beiden Hauptabschnitten verhält sich die Schleimhaut so verschieden, daß jeder derselben auch in diesem Punkte einer gesonderten Besprechung bedarf:

Schleimhautfalte der Tubenwand

Epithel

Adenoides Gewebe

Schleimdrüsenschicht

Perichondrium, z. T. drüsenhaltig

Faserknorpel mit Gruppen von Knorpelkernen

Fig. 18. Querschnitt durch die mediale Wand der knorpeligen Tube.

a) Knorpelige Tube (Fig. 18). Am Boden, etwas weniger an den seitlichen Wandungen und am spärlichsten am Dach, legt sich die Mucosa stellenweise in zarte Längsfalten, welche außer an mikroskopischen Querschnitten sich auch an Semper'schen Trockenpräparaten und an Trockenkorrosionen nachweisen lassen, am frischen Leichenpräparat aber wenigstens makroskopisch nicht deutlich sichtbar sind. — Der Bau der Schleimhaut der Pars cartilaginea tubae entspricht namentlich in ihrem unteren Abschnitte demjenigen der benach-

barten Retronasalschleimhaut. Die Schicht flimmernden Cylinderepitheles ist sehr hoch, am Dach zuweilen etwas niedriger; sie liegt direkt auf einer Schicht **adenoiden Gewebes**, dessen Mächtigkeit und Kernreichtum an den verschiedenen Stellen bedeutend variiert und darin auch individuellen Schwankungen unterworfen ist. Die Hauptmasse der Schleimdrüsen liegt tiefer.

Das ganze ausgedehnte adenoide Stratum der knorpeligen Tube wurde von Gerlach und Teutleben als Tubentonsille bezeichnet. In der That kann dasselbe ungezwungen angesehen werden als ein Teil des Waldeyer'schen adenoiden Schlundringes, an welchem sich bekanntlich außerdem die Zungen-, Rachendach- und Gaumentonsillen, sowie gewisse Stellen der Nasenhöhle und des Oesophaguseinganges beteiligen. Außer in diffuser Anordnung findet man das adenoide Gewebe auch in Form von nadelstichförmigen Krypten, sowie von prominenten Lymphfollikeln (Noduli lymphatici), welche ähnlich denjenigen der hinteren Rachenwand, aber nur halb so groß sind. Letztere Form ist dem Kind eigentümlich, bei dem das adenoide Gewebe nicht nur in der Tube, sondern überhaupt bedeutend stärker entwickelt ist als beim Erwachsenen und wo dementsprechend auch der sogen. katarrhalische Tubenverschluß viel häufiger vorkommt als im späteren Alter. Die Schleimdrüsen haben acinösen Bau und erscheinen auf dem Durchschnitt lappig, von einer kernarmen Bindegewebslage eingehüllt; sie bilden namentlich auf der medianen Seite eine dicke, öfters von fibrösen Bindegewebszügen unterbrochene Schicht, deren größte Mächtigkeit sich in der Nähe des Tubenbodens befindet. In der lateralen Tubenwand sind die Drüsen auf die mittlere und obere Partie beschränkt. Vereinzelte Drüsengänge finden sich auch mitten im adenoiden Gewebe; dasselbe steht gewöhnlich um die Ausmündung des Drüsenganges herum etwas dichter, so daß häufig letztere durch einen Follikel markiert wird. Auf der der Tube abgewandten Seite der Schleimdrüsenschicht liegt die lockere Submucosa. Nach dem Isthmus zu nehmen die Schleimdrüsen und das adenoide Gewebe rasch ab; auf der lateralen Seite fand ich erstere schon in der Mitte der knorpeligen Tube verschwunden. Das Drüsenepithel ist durchweg von ausnahmsweiser Höhe, ein Umstand, den ich sonst nirgends erwähnt finde, welcher aber offenbar zusammenhängt mit der Beschaffenheit des Tubenepithels überhaupt.

b) In der knöchernen Tube ist die Mucosa wie in der Paukenhöhle mit der dünnen Periostlage fest vereinigt und dem Knochen eng aufsitzend, das flimmernde Cylinderepithel ist etwas niedriger als in der knorpeligen Tube. Schleimdrüsen finden sich nur noch höchst selten; nach meinen Präparaten zu schließen, sind beim Erwachsenen deren nur 1—2 vorhanden.

Sie liegen in kleinen, von einer dichten Bindegewebslage ausgekleideten Recessus der knöchernen Wand und haben insofern eine praktische Bedeutung, als sie nach dem Ausheilen einer chronischen Mittelohreiterung (wie ich es für das Cholesteatom zuerst beobachtet und beschrieben habe) durch Unterhalten oder zeitweiliges Auftreten einer auf diesen Tubenabschnitt beschränkten Schleimsekretion zu Fäulnisprozessen an anderen Stellen und zu erneutem Auftreten einer diffusen Mittelohrentzündung Anlaß geben können. Kleine im Periost eingebettete Gefäßknäuel, wie sie sich in der knöchernen Tubenwand zuweilen finden, können Schleimdrüsen vortäuschen. Rüdinger fand

reichlich adenoides Gewebe am Dache der knöchernen Tube, während in den mir vorliegenden 3 Tuben vom Erwachsenen (mikroskopische Serienschnitte) dasselbe in der ganzen knöchernen Tube fehlt. — Der Verschiedenheit, welche die beiden Tubenabschnitte im histologischen Bau der normalen Mucosa zeigen, entspricht auch ihr Verhalten unter pathologischen Verhältnissen, insofern als bei Erkrankung des Retronasalraumes gewöhnlich die Mucosa der knorpeligen Tube, wenigstens in ihrem unteren Abschnitt, mitbeteiligt ist, während in der Regel bei Mittelohrentzündungen die Schwellung und Rötung der Paukenhöhle sich gleichmäßig durch die knöcherne Tube bis zum Isthmus erstreckt und hier scharf begrenzt endigt.

Der **Tubenknorpel** bildet nicht eine vollständige und starre Röhre, sondern er stellt — ähnlich wie dies auch an der Trachea und am knorpeligen Gehörgang der Fall ist — eine Rinne dar, deren offener Teil durch membranöses Gewebe erst zur wirklichen Röhre geschlossen wird. Auch präsentiert er sich selten als eine gleichmäßige Platte, sondern er enthält häufig oberflächliche Risse, sowie mehr oder weniger breite, die ganze Dicke durchsetzende Spalten, welche mit Schleimdrüsen, Fett und größere Gefäße enthaltendem Bindegewebe ausgekleidet sind und welche seine Beweglichkeit jedenfalls bedeutend erhöhen. Manchmal finden sich isolierte (accessorische) Knorpelstücke an ganz abnormen Stellen der Tubenwand. — Aus den sich sehr widersprechenden Beschreibungen der verschiedenen Autoren zu schließen, variiert seine histologische Beschaffenheit. Beim Erwachsenen fand ich jedoch beinahe durchgehends in dem pharyngealen Tubenabschnitt faserknorpeliges Gewebe. Stellenweise, namentlich in den subchondralen Partien, liegen Inseln von hyalinem Knorpel. Die oberen Abschnitte des Tubenknorpels dagegen zeigen das reine Bild hyalinen Knorpels und zwar auch im höheren Alter. Indessen kann auch hier (wie bei dem Kehlkopfknorpel) Verknöcherung eintreten. So sah ZUCKERKANDL eines der Knorpelplättchen bei einem Individuum verknöchert und in das Tubenlumen bedeutend vorspringen.

Die Hauptpartie der Knorpelplatte liegt in der medianen Tubenwand und zwar so, daß letztere sozusagen in der ganzen Höhe, vom Boden bis zum Dach durch sie gestützt wird. Aber auch das Dach sowie die oberste, ihm znnächst anliegende, gegen die Schädelbasis gerichtete Zone der lateralen Wand, wird noch von dieser, hier in scharfem Winkel lateralwärts umgerollten Knorpelrinne umfaßt. Letzterer Teil des Tubenknorpels wird — im Gegensatz zu der medialen Platte — als Knorpelhaken bezeichnet; derselbe hat insofern eine besondere Bedeutung, als erstens sein freier Rand den Angriffspunkt bildet für den wichtigsten Tubenmuskel und als zweitens unter dem Knorpelhaken das Lumen der knorpeligen Tube wenigstens streckenweise etwas zu klaffen scheint (RÜDINGER's Sicherheitsröhre). Entsprechend der vom pharyngealen Ostium gegen den Isthmus hin allmählich fortschreitenden Abnahme der Höhe des Tubenlumens wird die Knorpelplatte vom Pharynx gegen die knöcherne Tube hinauf immer niedriger und sinkt schließlich von 12 auf 3 mm; gleichzeitig nimmt auch ihre Dicke ab (von 7 auf 2 mm). Während der übrige Knorpel am unteren, stark ausgezackten Ende der knöchernen Tube endigt, setzt sich der Knorpelhaken in letztere hinein noch eine

Strecke weit fort; namentlich geschieht dies auf der lateralen Seite. Zuckerkandl sah ihn indessen auch auf der medialen Seite sich bis zum Processus cochlearis in die Paukenhöhle erstrecken.

Das untere Ende des Tubenknorpels ragt mehr oder weniger in den Retronasalraum vor und begrenzt als Tubenwulst (oder hintere Lippe) die meist dreieckig gestaltete trichterförmige Vertiefung des Ostium pharyngeum von der hinteren Seite. Der Schleimhautüberzug des Tubenwulstes enthält reichlich Schleimdrüsen und adenoides Gewebe und sticht durch seine diffuse, mehr oder weniger lebhafte Rötung deutlich ab von der blassen oder gelblichen Farbe der eigentlichen Tubenöffnung. Bei manchen Individuen sieht man von seinem unteren Ende einen Wulst adenoiden Gewebes — die Plica salpingo-pharyngea — noch eine Strecke weit sich senkrecht hinabziehen in der Schleimhaut der seitlichen Pharynxwand (nicht in das Velum). Syphilitische, zu Ulceration neigende Infiltrate des Tubenwulstes und dieser adenoiden Schleimhautfalten gehören nach meinen Erfahrungen nicht gerade zu den seltenen Ursachen von Verlegung des Tubenlumens beim Erwachsenen. Häufiger beobachtet ist der bleibende Verschluß des Ostium pharyngeum durch ausgedehnte syphilitische Narben. Auch angeborene Atresie, sowie abnorme Erweiterung des Ostiums in Form einer Divertikelbildung des pharyngealen Tubenendes kommen als Raritäten vor. Der Tubenwulst bildet die vordere Wand der Rosenmüller'schen Grube. Letztere findet sich bisweilen, namentlich bei Kindern, durch adenoides Gewebe angefüllt, so daß der Tubenwulst als solcher weniger deutlich hervortritt; wieder in anderen Fällen ziehen von der äußeren vorderen Partie der Rachendachtonsille strangartige Ausläufer durch die deutlich markierte Grube an den Tubenwulst hinüber. Die vordere Umrandung des Ostium pharyngeum wird gebildet durch denjenigen Teil des Choanalumfanges, welcher der Ansatzstelle der unteren Muschel entspricht. Dementsprechend wird behufs Lufteintreibung durch den Katheter die pharyngeale Tubenöffnung beim Lebenden am besten erreicht mittels einer am Boden der Nasenhöhle vorgeschobenen Röhre, deren katheterförmig abgebogene Spitze nach Passieren der Choane horizontal nach außen gedreht wird. Als Orientierungspunkte bei diesem Abtasten der Tubenöffnung dienen: der fühlbar prominierenden Tubenwulst, die hintere Rachenwand, das hintere Ende des Septums oder des harten Gaumens. In praktischer Beziehung am wichtigsten ist der Abstand des Ostium pharyngeum von der hinteren Pharynxwand, welche nach Kostanecki 10—19 mm, im Durchschnitt 12 mm beträgt.

Die laterale Wand des Tubenkanals wird, wie schon oben erwähnt, nur in der Nähe des Daches von einer schmalen Knorpelzone begrenzt, welche zwar dem Haken angehört, aber soweit sie in der lateralen Wand liegt, wohl auch als laterale Knorpelplatte bezeichnet wird. Der Tubenboden und dasjenige Wandstück, welches unterhalb dieser lateralen Knorpelplatte liegt, bilden zusammen den sogen. membranösen Teil der Tube; in diesen Partien enthält das stark entwickelte submuköse und das intrafasciale Gewebe — namentlich im pharyngealen Abschnitt und hier wieder vorzüglich in der Nähe des Tubenbodens — reichliche Fetteinlagerung. Bei rascher Abmagerung während akuten Krankheiten und im höheren Alter treten zuweilen Erscheinungen auf, welche auf ein relativ weites

Klaffen des Tubenlumens hindeuten und welche wohl nicht mit Unrecht bezogen worden sind auf abnormen Schwund dieser Fettmasse.

Tubenmuskeln. In der ganzen Länge der knorpeligen Tube wird ihr membranöser Teil bedeckt durch den Musc. tensor veli (s. sphenosalpingo-staphylinus), welcher sich oben am freien Rand des Knorpelhakens und an der benachbarten, dem Keilbein angehörenden Partie der Schädelbasis inseriert und welcher außerdem auch teilweise mit der membranösen Tubenwand selbst (hauptsächlich im oberen fettfreien Abschnitt derselben) feste Verbindungen eingeht. Diese flächenhaft fächerförmig ausgebreiteten Fasern sammeln sich abwärts und gehen über in eine Sehne, welche zum kleineren Teil sich am Hamulus des Processus pterygoides ansetzt, in der Hauptsache aber sich rechtwinkelig um ihn herumschlägt und in das Gaumensegel ausstrahlt. Bei seiner Kontraktion wirkt der Tensor als Eröffner des Tubenlumens (Dilatator oder Abductor tubae Tröltsch und Rüdinger) in zweifacher Weise, indem er nämlich erstens den eingerollten Knorpelhaken abrollt und zweitens die membranöse Wand selbst etwas abhebt. Seine Zugrichtung ist indessen für diesen Zweck eine scheinbar ungünstige, da er mit der zu bewegenden Tubenwand einen sehr spitzen Winkel bildet.

Unter dem unteren Rande der medialen Knorpelplatte findet sich ein zweiter Tubenmuskel, der M. levator veli (M. petrosalpingo-staphylinus), welcher, die genannte Beziehung zur knorpeligen Tube stets innehaltend, von der Schädelbasis ebenfalls zum Velum herunterläuft. Er scheint als Oeffner insofern mitzuwirken, als er bei seiner Kontraktion teils durch Dickenzunahme seines Muskelbauches, teils durch Ausstreckung seiner im schlaffen Zustande nach unten etwas bogenförmig verlaufenden Längsachse das untere Ende der Platte hebt und rückwärts schiebt. Bei dieser Arbeit wird er wesentlich unterstützt durch einen 3. Tubenmuskel, den M. retrahens tubae (s. salpingo-pharyngeus). Der M. retrahens setzt sich an dem untersten, teilweise frei in den Nasenrachenraum hervorragenden und daher auch leicht beweglichen Teil der medialen Knorpelplatte an und bildet einen Teil des als M. palato-pharyngeus bezeichneten Muskelbündels. Er liegt auf der dem Rachen zugewandten Fläche der Konstriktoren direkt unter der Schleimhaut. Entsprechend seinem Verlauf übt er einen Zug aus in der Richtung nach hinten-unten. Unterstützt wird er in dieser Aktion durch das Ligamentum salpingo-pharyngeum, welches, teilweise von muskulösem Bau und in der Wand der Rosenmüller'schen Grube liegend, an der hinteren Fläche der medialen Platte entspringt und in die Submucosa der Plica salpingo-pharyngea einstrahlt (Zuckerkandl). Sowohl diese Ligamente als auch der obere sehnige Ansatz des M. retrahens enthalten häufig Knorpelgewebe. Jeder dieser Muskeln ist von einer zarten Fascie eingehüllt; besondere Erwähnung verdient das auf der vorderen äußeren Fläche des Tensor liegende Blatt, welches sich zwischen diesen Muskel und den M. levator veli einschiebt und welches von Tröltsch als Fascia salpingo-pharyngea bezeichnet worden ist.

Bei solchen Individuen, welche mit größeren Defekten des Oberkiefers behaftet sind oder welche an atrophischer Rhinitis leiden und in fortgeschritteneren Stadien des Uebels eine abnorme Weite der Nasenhöhle besitzen, ist die Veränderung des Tubenlumens beim Schlingen, Blasen, Phonieren und tiefem Inspirieren unter zweck-

mäßiger Beleuchtung leicht zu verfolgen. Dabei sieht man zunächst die Stellen, welche in der seitlichen Rachenwand und in ihrer Uebergangspartie zum Velum den Mm. levator und Tensor veli entsprechen, in Form einer vorspringenden Falte sich bis in den Boden des Ostium pharyngeum hinein erheben. Dieselbe ist bekannt unter dem Namen des Levatorwulstes und springt oft schon in Ruhestellung deutlich vor. Auf der Höhe des Schlingaktes, bei höchster Hebung des Kehlkopfes, führt der Tubenwulst blitzartig eine energische Bewegung rückwärts und medialwärts aus, um ebenso rasch wieder in Ruhestellung zurückzukehren; später flacht auch der Levatorwulst sich wieder mehr oder weniger ab. Der Umstand, daß die eröffnenden Tubenmuskeln zugleich auch Schlingmuskeln sind, ist von Politzer zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken sinnreich verwertet worden. Dieser sogen. Politzer'sche Versuch besteht darin, daß während dem Schlingakt Luft durch die Nasenlöcher in das gleichzeitig nach unten durch das Velum sich abschließende Cavum pharyngonasale hineingepreßt wird. — Wie mir die Beobachtung mehrerer Fälle von einseitiger kompleter Lähmung der Schlingmuskeln zeigten, bedarf es bei normalem Verhalten der Tubenschleimhaut durchaus keiner Aktion der Tubenmuskulatur, um den intratympanalen Luftdruck und das Hörvermögen auf normaler Höhe zu erhalten.

Die Thatsache, daß die angeborene totale Gaumenspalte sehr häufig mit Mittelohraffektionen kompliziert ist, legte zwar den Gedanken nahe, daß letztere bedingt seien durch die mangelhafte Insertion der Tubenmuskeln im Velum. Gegen eine solche Schlußfolgerung spricht aber auch der Umstand, daß es dem mächtigsten Tubeneröffner, dem M. tensor veli, an einem festen Angriffspunkt für sein unteres Ende nicht fehlt, insofern als er mit einem kräftigen Teil seiner Sehne beim Vorbeiziehen am Hamulus mit letzterem sich fest verbindet.

Sowohl die obere als die mediale hintere Wand der **knöchernen** Tube wird gebildet durch das Os petrosum; die erstere besteht aus der dünnen, teils knöchernen, teils membranösen Platte des Semicanalis pro tensore tympani; die letztere erhält eine besondere Bedeutung dadurch, daß sie nach der anderen Seite hin den Canalis caroticus einschließen hilft. Ulcerative Prozesse dieser meistens mit pneumatischen Zellen versehenen dünnen Knochenplatte können, wie dies namentlich bei Tuberkulose des Mittelohres beobachtet worden ist, zu tödlichen Blutungen führen. Die laterale Wand gehört dem Os tympanicum an. Gegen die Paukenhöhle zu zeigen die Wände der knöchernen Tube eine allmähliche Erweiterung und zwar so, daß die obere und die beiden seitlichen Wände ohne bestimmte Grenze in die entsprechenden Wände der Paukenhöhle übergehen. Schärfer markiert ist dagegen die Grenze zwischen Tubenboden und vorderer Paukenhöhlenwand, insofern als letztere hier in einem — allerdings abgerundeten — stumpfen oder rechten Winkel abwärts biegt. — Wie die meisten Stellen der knöchernen Mittelohrwände zeigt auch die knöcherne Tube mit Schleimhaut ausgekleidete lufthaltige Ausbuchtungen — die Cellulae tubariae.

Cellulae tubariae. Dieselben sind trotz ihrer wichtigen Stellung, welche sie in der Pathologie der knöchernen Tube einnehmen, außer von Bezold noch von keiner anderen Seite einer näheren Untersuchung unterzogen worden. Die Ursache davon liegt offenbar darin,

daß sie am frischen Präparat schwer zu finden sind, um so mehr als sie zu den am wenigsten kräftig entwickelten Zellen des knöchernen Mittelohres gehören. Beim Neugeborenen fand ich sie nicht, doch machen sie schon nach Ablauf des ersten Halbjahres sich deutlich bemerkbar. — Beim Erwachsenen entspringen sie teils vom Boden, teils von der medialen Wand, teils vom medialen oberen Winkel der Tube.

Bei 14 nach dieser Richtung hin untersuchten Weichteilausgüssen meiner Sammlung fanden sich als konstante Erscheinung Zellen am Boden der Tube (C. tubariae infer.). Dieselben sitzen gewöhnlich nur in dem tympanalen Abschnitt und überschreiten selten Hanfkorngröße, gewöhnlich sind sie kleiner. Sie besitzen meistens kugelige oder halbkugelige Form; bei flaschenförmiger oder cylindrischer Gestaltung

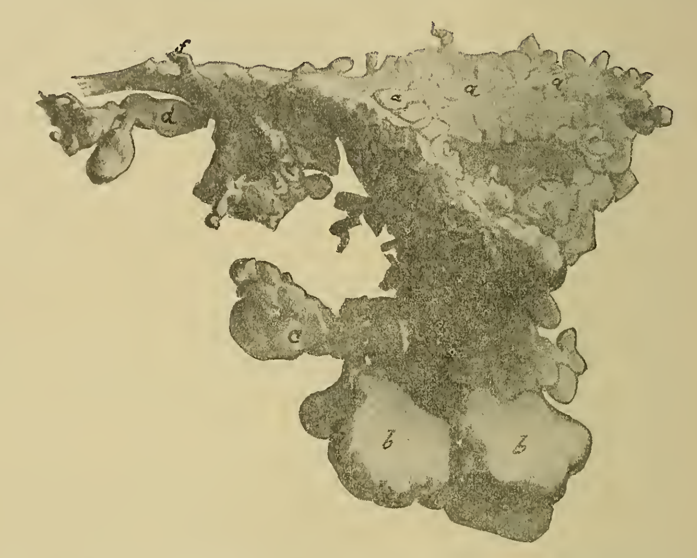


Fig. 19. Weichteilkorrosion der Mittelohrräume. (Ansicht von innen oben.) Die 16 mm lange Zelle *d* entspringt dem Boden der Tube und umgreift den Carotiskanal von unten, während eine kleine, von der medialen Tubenwand abgehende Zelle *f* denselben überdacht.

verlaufen sie parallel der Tube abwärts; an einem Präparat zieht ein solcher 16 mm langer Hohlraum unter dem Boden durch auf die mediale Seite der Tube und pneumatisiert dort, von oben nach unten flachgedrückt, die untere Knochenwand des carotischen Kanals (Fig. 19). Die größte Zelle dieser Art finde ich an einem Knochenausguß, wo dieselbe als eine große flache Kappe das ganze Knie des karotischen Kanals überdacht (Fig. 20).

Zellbildung an der medialen Wand (Cell. tubariae mediales) fand sich in Form einer einfachen niedrigen, aber in der Fläche ausgedehnten höckerigen Ausbuchtung bei 2 Präparaten; bei 2 weiteren Korrosionen entspringen in der pharyngealen Hälfte der medialen Wand lange, die Tube nach abwärts selbst bis über den Isthmus hinaus begleitende pneumatische Räume mit fingerförmig sich verteilender, dem Carotiskanal sich anschmiegender Terminalzelle.

Der mediale obere Winkel zeigt 3mal eine flügelförmige

Ausdehnung nach oben bis auf eine Höhe, welche diejenige der Tube noch übertrifft (Cell. tub. superior). Sie schiebt sich hier zwischen der dünnen knöchernen Wand des Carotiskanal und dem Canalis pro tensore tympani hinein. Dieser flügelförmigen Erweiterung können hinwiederum ganz kleine kugelförmige Zellen aufsitzen.

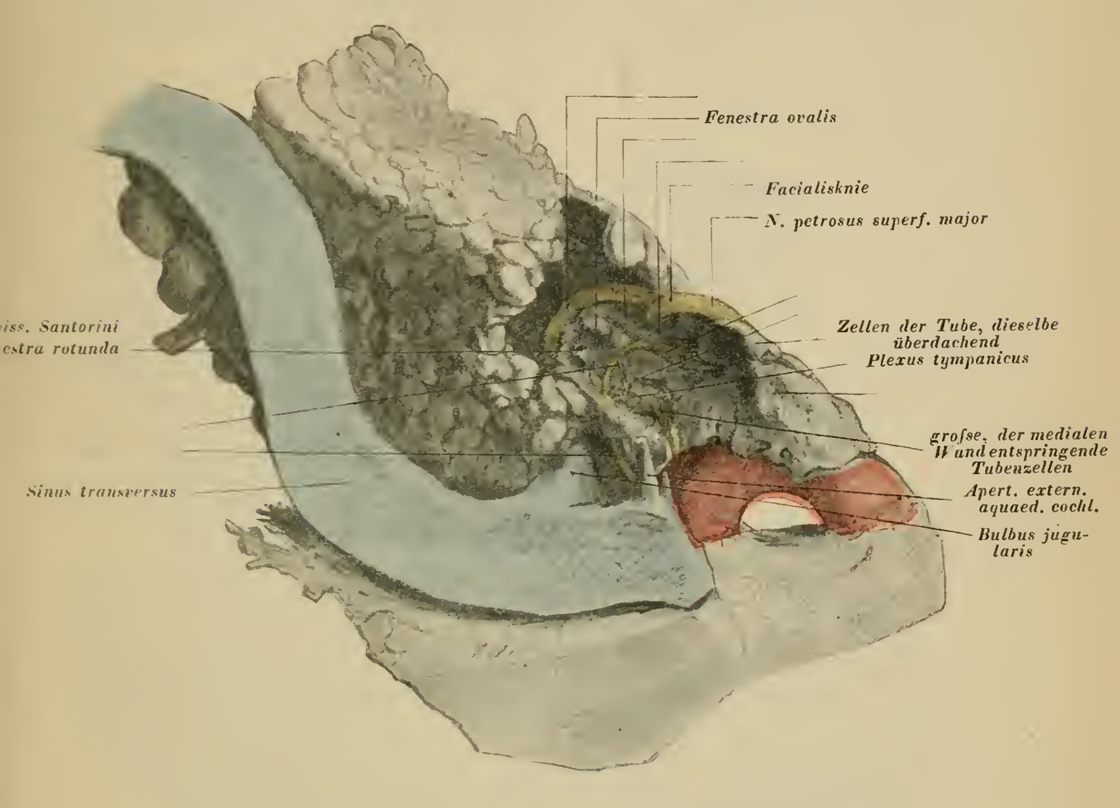


Fig. 20. Knochenkorrosionspräparat, an welchem die Labyrinthwand der Paukenhöhle durch Wegnahme des Labyrinthausgusses freigelegt ist (Ansicht von hinten medial). Eine große pneumatische Zelle der knöchernen Tube liegt in der oberen Wand des Karotiskanals und überdacht dessen Knie.

Die Cellulae tubariae sahen wir mit ihren Terminalzellen nie — weder unter sich, noch mit benachbarten Zellen anderer Herkunft — kommunizieren.

Unbekannt dürfte sein, daß diese Cellulae tubariae, vollständig abweichend vom Bau der Zellen des Antrum und des Aditus, nicht von kubischem, sondern von hohem Epithel ausgekleidet sind, und daß sie — allerdings sehr vereinzelt — Schleimdrüsen in ihren Wänden enthalten. Diese beiden Befunde haben insofern auch klinische Bedeutung, als die genannten Verhältnisse die Ursache davon sein dürften, daß 1) epidermoidale Umwandlung der Schleimhaut, wie sie in anderen Gebieten des Mittelohres häufig sind, in diesem Zellkomplex bis jetzt noch nicht zur Beobachtung gelangt ist und daß 2) schleimige Katarrhe der knöchernen Tube ganz isoliert bestehen

bleiben und die definitive Heilung von Mittelohreiterungen wesentlich verzögern oder sogar verunmöglichen können.

Bevor wir näher eintreten auf eine Besprechung der anderweitigen Grenzgebiete des Tubenkanals, muß zunächst noch die **Anheftungsweise** der knorpeligen Tube an das feste Knochengerüst des Schädels besprochen werden. Auf welche Art das obere Ende der knorpeligen Tube in die knöcherne Tube übergeht, ist schon früher beschrieben

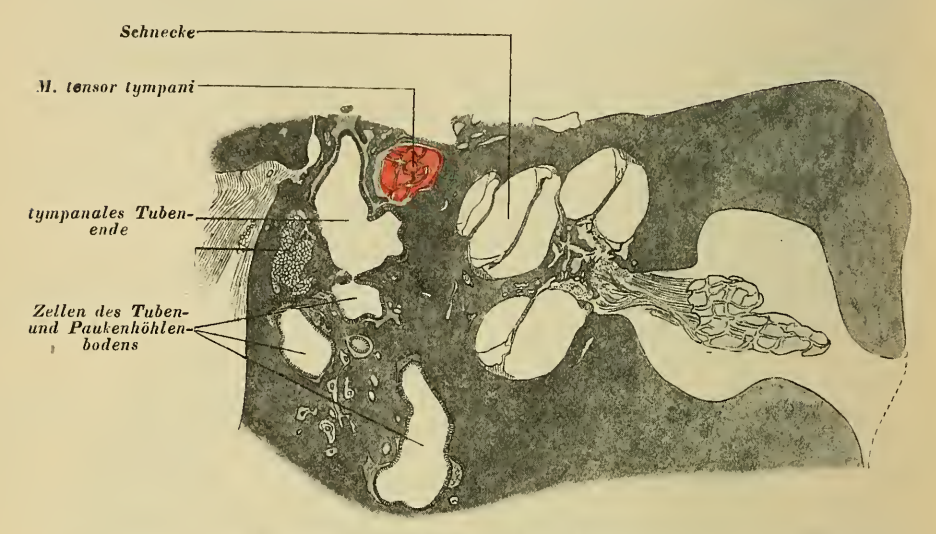


Fig. 21. Querschnitt durch das tympanale Tubenende und durch dessen Nachbarschaft.

worden. Der Tubenhaken wird durch die Fibro cartilago der Schädelbasis fixiert: der obere Abschnitt der knorpeligen Tube liegt der Fissura sphenopetrosa an, der untere ist befestigt in einer Rinne an der Wurzel des Processus pterygoides, welche lateralwärts auf den hinteren Rand des großen Keilbeinflügels übergeht.

Topographisches. Die knöcherne Tube wird an ihrem Dach begrenzt durch den wulstförmig hineinragenden Boden des Canalis pro tensore tympani. Derselbe weicht gegen die Paukenhöhle hin immer mehr nach dem der Labyrinthwand entsprechenden Winkel des Tubarlumens aus. Auf der medialen Seite wird die Tuba ossea begrenzt oben: durch die kompakte knöcherne Kapsel der Schnecke, deren Spitze gegen das Grenzgebiet des Ostium tympanicum gerichtet ist; weiter unten: dnrch den aufsteigenden Teil des im Os petrosum verlaufenden carotischen Kanales. Letzterer begleitet mit dem horizontalen Teil seines S-förmigen Verlaufes auch noch die obere Hälfte der anstoßenden knorpeligen Tube. Ueber die hier ebenfalls in Betracht kommenden pneumatischen Zellen der knöchernen Tubenwände ist weiter oben einläßlich berichtet worden. In der Gegend des Foramen ovale tritt der 3. Ast des N. trigeminus zu der Tube in nähere Beziehung, insofern als er hart über den Knorpelhaken weg an der lateralen Wand hinuntersteigt. Auch die A. meningea nähert sich der Tube in ihrem Verlaufe einmal, nämlich bei ihrem Durchtritt durch das Foramen spinosum. An dem pharyngealen Ende der

knorpeligen Tube liegt in der Nähe der membranösen Wand ein starkes Venengeflecht, welches sich hier zwischen M. tensor veli und M. pterygoides internus einschiebt und welches weiter oben an der



Fig. 22. Querschnitt durch die Mitte der Tube (Lupenpräparat).

Schädelbasis mit dem Sinus cavernosus und anderen craniellen Venen kommuniziert.

Altersverschiedenheiten. Die Tube der Neugeborenen zeigt verschiedene Eigentümlichkeiten; die wichtigste derselben besteht darin, daß in der knorpeligen Tube der membranöse Wandab-

spongiöser Knochen der Schädelbasis
M. pterygoides int.
Schleimdrüsen und Fettgewebe in einem Tangentialschnitt durch die Schleimhaut der Rosenmüller'schen Grube
Schleimdrüse der medialen Wand
Tubenknorpel
M. tensor veli
Schleimdrüse der lateralen Wand
Tubenlumen
Schleimdrüse des Tubenbodens
Schleimhaut der durch den Schnitt eröffneten seitlichen Rachenpartie
M. levator veli
M. retrahens tubae

Fig. 23. Querschnitt durch die Tube an ihrem unteren Ende (Lupenpräparat).

schnitt gegenüber dem knorpeligen bedeutend überwiegt, so daß der Ausguß nicht wie im späteren Alter als eine Platte, sondern als ein relativ weiter Cylinder erscheint. Diese stielrunde Form des gefüllten Tubenlumens setzt sich nach oben wegen der noch geringen Entwickelung des Os tympanicum ohne bemerkbaren Isthmus auch auf die knöcherne Tube fort. Am Korrosionspräparat des 9 Monate alten Kindes dagegen finden wir schon eine Gestaltung der Tube, welche derjenigen des Erwachsenen nahe kommt (Fig. 24 u. 25).

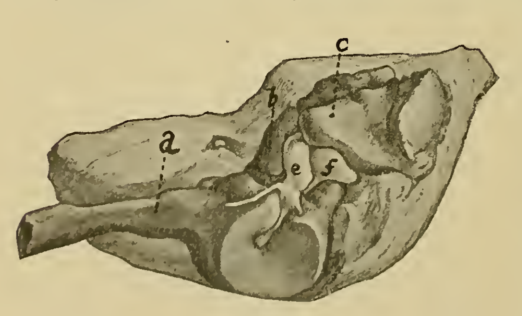


Fig. 24. Tube des Neugeborenen (Weichteilkorrosion). Der mediale Teil des Knochens (Pars petrosa) und die Gehörknöchelchen sind absichtlich erhalten. *a* Tube, *e* Hammer, *f* Amboß.

Die Rachenmündung der Tube liegt beim Fötus unter der Horizontalebene des harten Gaumens, erreicht letztere beim Neugeborenen und steht nach KUNKEL beim 4-jährigen Kinde schon 3—4 mm darüber, während das Ostium pharyngeum des Erwachsenen sich ca. 10 mm über dem Niveau des harten Gaumens findet. In praktischer Beziehung wichtig ist der Umstand, daß der Tubenwulst des Kindes nur



Fig. 25. Tube des 9 Monate alten Kindes (Weichteilkorrosion). Bei *d* eine flügelförmige obere Tubenzelle.

wenig prominiert über seine Umgebung. Zudem bildet hier häufig das adenoide Gewebe des Rachendaches und der seitlichen Rachenwand ein mächtiges Polster, welches auch die ROSENMÜLLER'sche Grube derart flach ausfüllt, daß das Ostium pharyngeum unter diesen Umständen sich zu einer selbst am anatomischen Präparat nur schwer auffindbaren Spalte gestaltet.

Ueber das im höheren Alter zuweilen auftretende, auf Fettschwund zurückzuführende Klaffen des Tubenlumens haben wir weiter oben berichtet.

Angeborene Mißbildungen der Tube. Als solche sind am häufigsten beobachtet: Große Divertikel im pharyngealen Abschnitt; ein seltenes Vorkommnis ist der totale Defekt der Tube (stets in Verbindung mit anderen Hemmungsbildungen des Mittelohres). Von Obliteration (mit vorhandener oder fehlender Pharynxöffnung) ist nur ein Fall beschrieben. Dazu kommt noch eine Reihe unbedeutender Abnormitäten wie: auffallende Enge oder Kürze des Lumens, winkelige Knickungen oder Ossifikationslücken im oberen Abschnitt, asymmetrische Lage der Rachenmündungen, Fehlen der äußeren knöchernen Wand (bei totalem Defekt des Annulus tympanicus).

Vergleichend-Anatomisches über die Tube der Säugetiere. Nur die Schnabeltiere besitzen gar keine Tube; Rachen- und Paukenhöhle kommunizieren hier durch eine einfache linsengroße Oeffnung der seitlichen Rachenwand, welche ohne Falten noch Klappen ist, so daß hier wie bei den Anuren die Paukenhöhle als eine bloße Ausbuchtung der Rachenhöhle erscheint. Bei Echidna hystrix hat die Tube im Gegensatz zu den beim Menschen geschilderten Verhältnissen ihre engste Stelle am Ostium pharyngeum, ihre weiteste am Paukenhöhlenende.

Die knöcherne Tube fehlt den Fledermäusen und den Delphinen. Bei den Beuteltieren findet sich an ihrer Stelle eine weit offene, zwischen dem Flügel des Keilbeines und dem Felsenbein gelegene Spalte. — Cellulae tympanicae scheint HYRTL bloß bei den Affen und auch hier

nur im Uebergangswinkel von Tube und Paukenhöhle gefunden zu haben. Sie pneumatisieren aber von dort aus den medialwärts von der Carotis gelegenen Teil der Pars petrosa derart, daß die Knochenmasse durch sie ganz verdrängt und die Schnecke allseitig bis auf eine ganz dünne Knochenlage freigelegt wird.

Ein häutiger Tubenabschnitt findet sich — mit der oben genannten Ausnahme — bei allen Säugetieren; auch der Tubenknorpel fehlt selten. — Nach Rüdinger kommt bei den Affen der M. levator veli als Tubenöffner kaum in Betracht, da er schwach entwickelt ist und vom unteren Winkel des Tubenlumens weit abliegt; umgekehrt fehlt den Fledermäusen der M. tensor veli, während der Levator veli äußerst kräftig entwickelt ist. Bei einzelnen Repräsentanten der Klasse der Raubtiere findet sich eine Knorpelplatte nur am Dach, bei anderen nur in der medialen Wand. — Das Tubenlumen des Marders, sowie aller Katzenarten bieten insofern eine Eigentümlichkeit, als dasselbe auf dem Durchschnitt nicht als gerade Linie, sondern als eine im Halbkreis gebogene, lateralwärts konvexe Spalte sich darstellt. — Bei den Wiederkäuern und den Dickhäutern ist der freie Rand des Knorpelhakens stark einwärts gerollt. — Besondere Erwähnung verdienen auch die membranösen Luftsäcke der Klippdachse, der Fledermäuse, des Tapirs und des Pferdes; bei den beiden letzteren zeigt die knorpelige Tube in der medialen Wand des pharyngealen Abschnittes eine große Schleimhautaustülpung, welche in horizontaler Richtung zwischen der Muskulatur des Unterkiefers, den ersten Halswirbeln und der hinteren oberen Pharynxwand in vertikaler Richtung zwischen Schädelbasis und großem Zungenbeinhorn liegt und welche bis in die Mittellinie reicht, so daß sich der rechte und linke Luftsack vor der Wirbelsäule berühren. Auf der medialen Seite inseriert sich an den Luftsack ein Erweiterer desselben, welcher ein Homologon bildet, des M. stylo-pharyngeus (Peter). — Nicht überall besitzt der Tensor veli eine für die Eröffnung der Tube so wenig geeignete Verlaufsrichtung wie beim Menschen; bei den Insektenfressern z. B. wirkt er zur lateralen Tubenwand annähernd rechtwinkelig. — Bei den Delphinen, welchen, wie schon erwähnt, die knöcherne Tube fehlt, findet sich eine rein häutige Röhre; dieselbe ist mit Klappen versehen, welche gegen die Choanen gerichtet sind.

(Vergl. hierüber Rüdinger, Beiträge zur Anatomie und Histologie der Ohrtrompete, München 1870 und Zuckerkandl, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Ohrtrompete. Monatsschrift für Ohrenheilkunde, 1896, Bd. XXX, p. 53 und Archiv für Ohrenheilkunde, 1885/86, Bd. XXII und XXIII.)

(II) Die **Paukenhöhle** (Trommelhöhle, Cavum tympani, Tympanum), (III) der **Aditus ad antrum**, Recessus epitympanicus (Kuppelraum, Atticus) und (IV) **Antrum mastoides** (Antrum Valsalvae, Canalis mastoideus, Sinuositas mastoidea, Antrum tympanicum der Nomenklatur).

Historisches. Paukenhöhle, Antrum und die pneumatischen Zellen sowie Hammer und Amboß wurden zuerst von Vesal näher beschrieben. Ingrassias entdeckte den Steigbügel und den Musc. tensor tympani, Varoli (1591) den Musc. stapedius, Veslingius (1641) und Folius (1645) den langen Hammerfortsatz. Die von Fallopius gefundene Chorda tympani wurde von Eustachio einer näheren

Untersuchung unterzogen und als Nerv erkannt. Den Annulus tympanicus beschrieb als ein selbständiges fötales Gebilde zuerst Fallopius. — Schon Demokrit und Hippokrates kannten das Trommelfell; seine radiären Fasern fand Home (1800), seine konzentrische Faserschicht entdeckte Pappenheim (1869).

II. Die Paukenhöhle inkl. Aditus.

Die Paukenhöhle ist unter den Mittelohrräumen der wichtigste. Zwischen Gehörgang und Labyrinth eingeschoben und von diesen beiden nur durch dünne Membranen getrennt, vermag sie infolge dieser und einer Reihe anderer mikrophonähnlicher Vorrichtungen den Schall vorzüglich zu leiten in der angegebenen Richtung. — Ihre physiologische Bedeutung fällt zusammen mit derjenigen des Trommelfelles und wird deshalb anläßlich der Besprechung des letzteren eingehender erörtert.

Ihre Form ist diejenige eines niederen Cylinders. „Habet cum militari tympano similitudinem“ sagt Fallopius, und er wählte deshalb dafür die Benennung Tympanum. Die Achse dieses Cylinders ist von vorn-außen-unten nach hinten-medial-oben gerichtet. Seine beiden nach der Paukenhöhle zu konvexen großen Grundflächen verlaufen, als direkte Fortsetzung der Seitenwände der Tube, mit diesen annähernd in nämlicher Flucht. Der Bequemlichkeit halber spricht man aber, wie dies auch bei der Tube geschieht, nicht von einer vorderen-äußeren und einer hinteren-medialen, sondern kurzweg von der äußeren oder lateralen und der inneren oder medialen Wand. Dementsprechend werden als weitere begrenzende Flächen auf dem Cylindermantel unterschieden: eine hintere und eine vordere, eine obere (Dach) und eine untere (Boden) Wand.

Die laterale Wand scheidet die Paukenhöhle vom Gehörgang; sie wird gebildet durch das Trommelfell mit dessen Knochenrahmen. Die mediale Wand bezeichnet man gewöhnlich als Labyrinthwand, weil sie aus einem Teil der Labyrinthkapsel besteht. Die vordere Wand entspricht dem Eingang zur Tube. Die obere Begrenzung der Paukenhöhle wird nur in ihrer vorderen Hälfte durch eine feste Wand gebildet, für die hintere Hälfte der Paukenhöhle dagegen fehlt ein Abschluß nach oben: an dessen Stelle führt ein weiter, aber durch Hammer und Amboß teilweise verlegter Zugang zum Antrum mastoides. Mit Bezold trennen wir diesen schon von Tröltsch richtig gewürdigten und beschriebenen Raum als Aditus ad antrum oder Recessus epitympanicus (Kuppelraum) von der Paukenhöhle im engeren Sinne ab; nicht nur anatomische, sondern auch klinische Gründe, auf welche wir später zurückkommen werden, sprechen für eine solche Einteilung. Auf der Außenwand bezeichnet somit der obere Umfang des Trommelfelles mit dem Achsenband von Hammer-Amboß zugleich auch die obere Grenze der Paukenhöhle. — Auf der Labyrinthwand markiert sich die Abgrenzung gegen den Aditus in der Ansatzlinie der Bänder und Schleimhautfalten, welche von der Tensorsehne in horizontaler Richtung zu ihr hinziehen; weiter hinten bezeichnet der Bogengang- und Facialiswulst die Uebergangsstelle von der Paukenhöhle zum Aditus.

Vom Trommelfell zur Labyrinthwand spannt sich quer durch die Paukenhöhle außer der Sehne des Musc. tensor tympani die

dreigliederige Kette der Gehörknöchelchen. Mehr oder weniger zahlreiche Ausbuchtungen (pneumatische Zellen) finden sich regelmäßig in denjenigen Wandungen der Paukenhöhle, welche dem Mantel ihres cylinderförmigen Raumes entsprechen, also am Dach, am Boden, an der hinteren und vorderen Wand.

Ueber die Dimensionen der eigentlichen Paukenhöhle (exkl. Recessus epitympanicus) geben Korrosionspräparate die beste Auskunft. Bezold erhielt als mittlere Maße dafür folgende Zahlen:

1) Der Längsdurchmesser, gemessen von vorn nach hinten, d. h. vom Winkel, welchen die vordere Paukenhöhlenwand mit dem Tubenboden bildet, bis zu dem abgerundeten Winkel, welchen die Hinterwand der Paukenhöhle mit dem Boden des Aditus macht:

11—14,75 mm; durchschnittlich 12,73 mm.

2) Der Höhendurchmesser vom Boden der Paukenhöhle bis zu dem einspringenden Winkel der Labyrinthwand, welcher als Fortsetzung des oberen medialen Tubenwinkels sich bis zum ovalen Fenster fortsetzt:

10,5—13 mm; durchschnittlich 11,73 mm.

Der Höhendurchmesser vom Boden bis zum Abgang der Tensorsehne vom Proc. cochleariformis:

7,5—10 mm; durchschnittlich 8,74 mm.

Die Höhenmaße der früheren Autoren waren im hinteren Teile der Paukenhöhle genommen und fielen, da sie über die Paukenhöhle hinauf auch den ganzen Aditus ad antrum betrafen, demgemäß größer aus.

3) Der Tiefendurchmesser (von der medialen zur lateralen knöchernen Wand) beträgt nach Bezold:

vorn-unten 2—4,5 mm; durchschnittlich 3,08 mm,
hinten-unten 5—7 mm; durchschnittlich 5,83 mm,
vorn-oben 3,3 mm, hinten-oben 6,54 mm.

Der Tiefendurchmesser der Paukenhöhle beträgt also hinten — und zwar sowohl oben als unten — beinahe doppelt so viel als vorn. Dieser Umstand ist von praktischer Wichtigkeit insofern, als ein zur Entleerung von intratympanaler Flüssigkeitsansammlung nötig gewordener Trommellfellschnitt besser in der hinteren Trommelfellhälfte angelegt wird, da hier die geringste Gefahr besteht, mit der Spitze des Instrumentes auf die Labyrinthwand zu geraten. Am kleinsten ist die Tiefe der Paukenhöhle in der Gegend des Trommelfellumbo, — 2 mm Tröltsch — sowie in dem nur wenig hinter letzterem liegenden Querdurchmesser, welcher das Promontorium der Labyrinthwand als medialen Endpunkt nimmt, nämlich 2 $^1/_2$ mm.

Bei katarrhalischen Prozessen mit Abschluß des Tubenlumens wird das Trommelfell durch den Ueberdruck der äußeren Luft nach der Paukenhöhle hineingedrängt. Bei höheren Graden dieser Anomalie berührt an der Stelle dieser kleinsten Durchmesser der zugleich rückwärts dislozierte Hammergriff das Promontorium. Kommen noch erosive oder eigentliche ulcerative Prozesse hinzu, welche die beiden dergestalt aufeinander liegenden Flächen zu bleibender Verklebung bringen, so kann die vordere Paukenhöhlenhälfte von der hinterenoberen mehr oder weniger vollständig separiert werden. Diese Verhältnisse helfen mit zur Erklärung des durchaus nicht seltenen Vorkommens von Mittelohreiterungen, welche auf den hinteren-oberen

Abschnitt der Paukenhöhle, sowie auf Aditus und Antrum sich beschränken.

Im folgenden sollen nun die Hauptwände der Paukenhöhle, dann auch die übrigen Begrenzungsflächen, sowie die Gehörknöchelchen und Binnenmuskeln näher beschrieben werden.

Die laterale Paukenhöhlenwand (Paries membranacea) wird gebildet durch das Trommelfell und durch die angrenzenden Partien seiner knöchernen Einrahmung. Vorn und hinten vom Trommelfell gehört nur ein schmaler Rand des Os tympanicum noch der lateralen Paukenhöhlenwand an, und auch an seinem unteren Umfang ist derselbe bloß 0,75—4,5 mm, im Mittel 2,7 mm breit. Nach vorn vom oberen Trommelfellrande dagegen findet sich regelmäßig eine ebene dreieckige Fläche, welche noch der lateralen Paukenhöhlenwand angehört und welche ohne bestimmte Grenze in die äußere Tubenwand übergeht (Fig. 26 und 31). Die obere Umgrenzung des Trommelfells, soweit sie vom Os squamosum gebildet wird, gehört nach der früher von uns festgesetzten Einteilung nicht mehr der lateralen Wand der eigentlichen Paukenhöhle, sondern derjenigen des Aditus an und soll daher dort eine nähere Besprechung erfahren.

1. Das Trommelfell

(Paukenfell, Membrana tympani).

Das Trommelfell schließt als eine durchscheinende, zarte, durchschnittlich kaum 0,1 mm dicke Membran den knöchernen Gehörgang medialwärts ab und bildet zugleich die äußere Wand der Paukenhöhle. Mit seiner Peripherie ist es befestigt im Sulcus tympanicus des Os tympanicum; nur am oberen Pole wird seine knöcherne Umrandung vom Schuppenteil übernommen. Die in funktioneller Beziehung wich-

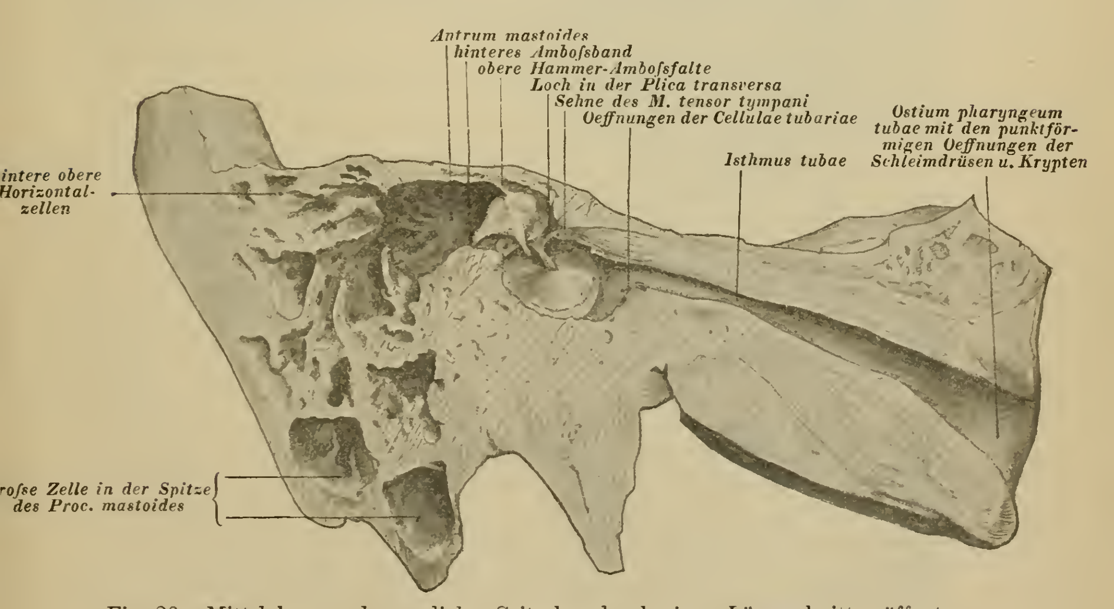


Fig. 26. Mittelohr von der medialen Seite her durch einen Längsschnitt eröffnet.

tigste Ansatzstelle des Trommelfells ist der Hammergriff, welcher das laterale Endglied bildet der hier beginnenden und bis zum ovalen Fenster sich erstreckenden Gehörknöchelchenkette. Diese anatomischen Verhältnisse bedingen seine

physiologische Bedeutung, welche hauptsächlich darin liegt, daß die dem Trommelfell zugeführten Töne von seiner im Verhältnis zu den Labyrinthfenstern großen und leicht mitschwingenden Fläche aufgefangen und durch Vermittelung der Gehörknöchelchenkette verstärkt (Helmholtz) auf das Labyrinth übertragen werden. Bei normaler Funktion der Gehörknöchelchenkette erleichtert es namentlich auch die Perception tiefer Töne. Ferner sichert das normal gespannte Trommelfell dem Steigbügel und seinem Ringbande dasjenige Gleichgewicht der Lage, welches notwendig ist zur Erzielung eines möglichst großen Nutzeffektes bei dieser Tonübertragung. Drittens bildet das Trommelfell ein Schutzorgan von Paukenhöhle und Labyrinth gegen das Eindringen von reizenden, entzündungserregenden Substanzen.

Lage des Trommelfells. Das innere Ende des knöchernen Gehörganges ist nicht einfach senkrecht zu seiner Längsachse abgestutzt, sondern es geschieht dies vielmehr in einer Ebene, welche erstens entsprechend der Richtung der Längsachse des ganzen Mittelohres schräg von hinten-außen nach vorn-innen verläuft und welche zweitens auch von der Vertikalen insofern abweicht, als ihr unterer Rand der Medianebene (circa 6 mm) näher liegt als der obere Rand.



Fig. 27. Trommelfell des Erwachsenen mit seinem Knochenrahmen herausgesägt und direkt von der äußeren Fläche betrachtet (von links oben her beleuchtet).

Denkt man sich das Trommelfell als eine ganz flach gespannte Membran, so bildet diese Trommelfellebene (Schwalbe) beim Erwachsenen mit der Horizontalebene einen nach außen offenen (Inklinations-) Winkel, welcher, in der Frontalebene gemessen, 45—55° beträgt. Mit der Sagittal- oder Medianebene bildet die Trommelfellebene einen nach hinten offenen (Deklinations-)Winkel, welcher, in der Horizontalebene gemessen, ebenfalls etwa 50° beträgt (Schwalbe). Die Winkel, welche das Trommelfell mit der hinteren-oberen resp. der vorderen-unteren Wand des knöchernen Gehörganges einschließt, fallen jedoch etwas anders aus, da letztere gegen das Trommelfell schräg abwärts steigen: mit der vorderen-unteren Wand bildet das Trommelfell einen verhältnismäßig kleinen Winkel; derselbe beträgt nach

Bezold (in einer von hinten-oben nach vorn-unten geneigten Transversalebene gemessen) 22,5—31,5°, im Mittel 27° 35′. Die hintere-obere Gehörgangswand dagegen geht so allmählig auf die angrenzende Partie des Trommelfells über, daß eine eigentliche Winkelstellung zwischen beiden nicht zustande kommt (nach Tröltsch würde dieser Winkel mindestens 140° messen) und daß bei Entzündungsprozessen in dieser Gegend die Grenze zwischen Gehörgang und Trommelfell vollständig verwischt wird.

Bei Operationen am Trommelfell müssen die besprochenen Verhältnisse gebührend in Berücksichtigung gezogen werden: der Operierende muß wissen, daß die hintere-obere Trommelfellpartie seinen Augen wesentlich näher liegt als die vordere-untere; er muß ferner bei Versuchen, welche zur Extraktion von Fremdkörpern des knöchernen Gehörorganes vorgenommen werden, sich die Keilform des Recessus meatus und die hierdurch gesteigerte Gefahr einer unwillkürlichen Trommelfellverletzung vergegenwärtigen.

Wenn man an der Leiche den Gehörgang bis nahe an sein inneres Ende wegmeißelt, so erscheint das Trommelfell als eine glänzend glatte, transparente Membran.

Ihre **Form** ist unregelmäßig oval; dadurch, daß der hintere-obere Teil ihrer knöchernen Umrandung (Margo tympanicus) häufig etwas stärker ausgeschweift ist, nähert sie sich derjenigen eines unregelmäßigen Herzens mit abgerundeter Spitze. Eine kleinere, aber schärfer abgegrenzte Ausbuchtung, welche über dem kurzen Hammerfortsatz gelegen ist, gehört dem Os squamosum an. Dieser Ausschnitt, die Incisura Rivini, besitzt äußerst wechselnde Form und Größe, hat aber durchschnittlich eine Höhe von ca. 2 mm und eine Breite von 2,5—3 mm. — Der **Hammergriff** zieht als grauer Streifen nahe vom oberen Umfang des Trommelfelles bis etwas über sein Centrum hinunter; an seinem oberen Ende springt der kurze Fortsatz als ein weißes Knöpfchen vor. Der über ihm gelegene Hammerhals ist von der Gehörgangseite aus nicht zu sehen, da er nicht im Trommelfell selbst verläuft. Der Hammergriff ist mit seiner unteren Partie ca. 30° nach innen geneigt und zwar derart, daß er das Trommelfell trichterförmig gegen die Paukenhöhle hineindrängt. Sein verbreitertes unteres Ende entspricht dem Grunde dieser trichterförmigen Einziehung, dem Umbo. Letzterer liegt 2 mm medialwärts von der Trommelfellebene. Näheres über die Flächenkrümmung siehe unten.

Flächeneinteilung. Aus praktischen Gründen unterscheidet der Anatom, der Physiolog und der Ohrenarzt auf der Trommelfellfläche eine Pars (s. Membrana) tensa und eine Pars (s. Membrana) flaccida (Shrapnelli). Letztere entspricht dem kleinen, halbmondförmigen, zwischen Processus brevis und Rivini'schem Ausschnitt gelegenen Felde; erstere dagegen begreift die ganze übrige Trommelfellfläche in sich. Anatomische, physiologische und klinische Verhältnisse, auf welche wir später noch zurückkommen werden, berechtigen uns, an einer solchen Abgrenzung festzuhalten und die Membrana flaccida als nicht mehr zur Paukenhöhle gehörig, sondern als ein Teil der seitlichen Kuppelraumwand zu betrachten. Eine fernere Art der Einteilung ist diejenige, welche die ganze Trommelfellfläche in 3 konzentrische Zonen zerlegt, und zwar 1) in eine centrale Partie und 2) in eine Rand- oder marginale Zone. Zwischen beiden liegt 3) die intermediäre Zone. Ein andere Einteilung, welche die schon genannten

zwei vervollständigt, ist diejenige in vier radiäre Felder (Quadranten). Denkt man sich als Verlängerung des Hammergriffes in gleicher Richtung eine Linie gezogen bis an den unteren Umfang des Trommelfelles, so teilte dieser malleolare oder Höhendurchmesser die Kreisfläche in eine vordere und hintere Hälfte. Zieht man über die Trommelfellfläche eine zweite Linie, welche die erstere im Umbo senkrecht schneidet (Breitendurchmesser), so wird auf diese Weise das Trommelfell in 4 Felder geteilt: in einen vorderen-oberen und einen vorderen-unteren, einen hinteren-oberen und einen hinteren-unteren Quadranten (vergl. Abbildung). GOTTSTEIN geht für gewisse Zwecke noch weiter: er legt 12 Durchmesser durch den Umbo und teilt dadurch die Kreisfläche in 12 radiäre Felder, welchen er fortlaufende Nummern giebt, entsprechend den Stundenzahlen auf dem Zifferblatt. So würde z. B. das Feld 12 dem Hammergriff entsprechen, vorn würde Feld 1 daran grenzen, während hinter dem Hammergriff Feld 11 liegt.

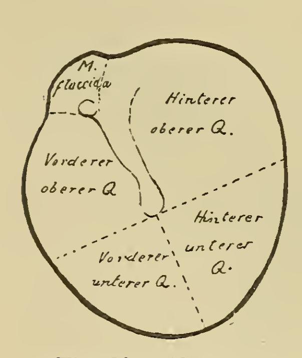


Fig. 28. Abgrenzung der Membrana flaccida und der vier Quadranten.

Dimensionen. Die 4 Quadranten fallen bei dieser Art der Einteilung nicht gleich groß aus; da der Umbo etwas vor und unter dem Centrum des Trommelfelles sich befindet, wird die vordere Trommelfellhälfte kleiner als die hintere und die untere kleiner als die obere. Der kleinste Quadrant ist der vordere-untere, der größte dagegen der hintere-obere. — Von TRÖLTSCH am frischen Präparat, von BEZOLD an Korrosionspräparaten gemessen, beträgt der Malleolardurchmesser 9,22 mm (8,5—10), der Breitendurchmesser 8,5 mm Für die 4 Quadranten, auf die Trommelfellfläche projiziert, erhielt SCHWALBE folgenden Inhalt:

vorderer-oberer	Quadrant	22	qmm
„ unterer	„	6	„
hinterer-oberer	„	27	„
„ unterer	„	14,5	„

Weitaus der größte Quadrant ist demnach der hintere-obere, wozu auch der Umstand beiträgt, daß die hintere-obere Trommelfellperipherie häufig stärker ausgeschweift ist.

Flächenkrümmung. In Wirklichkeit sind diese Flächen größer als die berechneten Projektionsebenen, namentlich gilt dies für den am kleinsten erscheinenden, vorderen-unteren Quadranten, welcher von allen die steilste Neigung zur Trommelfellebene besitzt. — Der vom Trommelfell gebildete Trichter besitzt nämlich nicht die regelmäßige einfache geometrische Form eines Kegelmantels: Die Trichterwände bilden im Umbo einen Winkel, der nach SCHWALBE im Malleolardurchmesser größer ist (135—140°) als im Querdurchmesser (120°).

Ferner verlaufen die Trichterwände, namentlich die vordere-untere, in der Spitze bedeutend steiler als an der Randpartie, so daß sie nach dem Gehörgang zu nach Art von Kelchwänden leicht vorgewölbt erscheinen.

Die Pars flaccida (Shrapnelli) steht etwas weniger schief als

die angrenzende Partie der Pars tensa und erscheint von letzterer daher namentlich bei der Untersuchung am Lebenden mehr oder weniger deutlich abgegrenzt durch 1—2 flache Falten, den vorderen und hinteren Grenzstrang, von welchen weiter unten noch einmal die Rede sein wird.

Innere Oberfläche. Trennt man die Schuppe mit Trommelfell und benachbartem Teil des Os tympanicum nach Durchschneiden der Tensorsehne und des Hammer-Amboßgelenkes sorgfältig vom übrigen Felsenbein ab, oder eröffnet man die Paukenhöhle vom Dach und vom Boden aus, so bekommt man die innere, der Paukenhöhle zugewandte, mit Schleimhaut überzogene Fläche des Trommelfelles zu Gesicht. Die für die äußere Fläche beschriebene Gestaltung wiederholt sich hier im Negativ. Der Hammergriff tritt aber auf der Paukenhöhlenfläche schärfer hervor, da er mit seiner Hauptmasse in der Paukenhöhle liegt und er zudem nur mit seiner lateralen Kante dem Trommelfell angehört. Aus ähnlicher Ursache erscheint auch der Trichterwinkel der Schleimhautfläche spitzer. Die obere Randzone ist verdeckt durch Hammer und Amboß und durch 2 horizontal verlaufende, schmale, in der Paukenhöhle prominente Schleimhautfalten. Von letzteren, den sogen. TRÖLTSCH'schen Falten (Plica malleolaris anterior und posterior), befindet sich die eine im vorderen-oberen, die andere im hinteren-oberen Quadranten. Sie steigen von der Gegend der Grenzstränge hinunter, wo sie sich auf der freien Fläche des Trommelfelles inserieren. Seitlich setzen sich diese Falten an den oberen Teil des Hammergriffes und an die innere Fläche der knöchernen Trommelfellumrandung an. Am Hammergriff hört die Insertionslinie der vorderen Falte da auf, wo die Tensorsehne abgeht; die hintere Falte reicht etwas weiter hinunter. Der freie Rand jeder dieser Falten ist abwärts gerichtet und bildet einen flachen, nach oben gekrümmten Bogen. Zwischen ihm und dem Trommelfell gelangt die Sonde je in eine Tasche hinauf, die vordere und hintere TRÖLTSCH'sche Trommelfelltasche (Recessus membranae tympani anterior und posterior). Die vor dem Hammergriff gelegene vordere Tasche ist weniger tief, zugleich auch weiter und endigt nach oben immer blind; sie enthält in ihrem der Falte entsprechenden Wandstück alle die durch die GLASER'sche Spalte in die Paukenhöhle eintretenden Gefäße und Nerven, das vordere Hammerband, die von der hinteren Tasche her über die innere Fläche des Hammerhalses herangetretene Chorda und beim Neugeborenen außerdem noch den langen Hammerfortsatz. — Die hintere Tasche kommuniziert häufig in ihrem vordersten, dem Hammergriff anliegenden Abschnitt mit der sogen. oberen Tasche (Recessus membranae tympani superior, PRUSSAK'scher Raum). Im hinteren Teile des freien, nach unten konkaven Randes der hinteren Falte verläuft ein Stück weit die Chorda, um dann am hinteren-oberen Rande des Trommelfellfalzes durch ein besonderes Kanälchen in den Canalis Fallopii einzutreten. Zuweilen zieht die Chorda aber auch ganz isoliert unterhalb des freien Randes der Falte vom Margo tympanicus zum Hammergriff oder an den langen Amboßschenkel hin. In der hinteren Taschenfalte verlaufen außerdem 1—2 dicke und mehrere dünnere, derbe, fibröse Stränge.

Vom kurzen Fortsatz (Processus lateralis s. brevis) aufwärts steht der Hammer nicht mehr in so inniger Berührung mit dem Trommelfell,

wie dies beim Hammergriff der Fall ist. Indessen stellen eine Anzahl von Schleimhautfalten doch eine Art von lockerer Verbindung her und zwar derart, daß mehrere Hohlräume dadurch gebildet werden. Diese Schleimhaut-Duplikaturen decken die Membrana flaccida auf der Paukenhöhlenseite ähnlich, wie dies für den oberen Abschnitt der Pars tensa von seiten der Tröltsch'schen Falten geschieht. Aus den ziemlich auseinandergehenden Beschreibungen von Prussak, Politzer und Kretschmann zu schließen, besitzen diese Falten aber ziemlich wechselnde Gestalt und Ausdehnung.

Trotz der scheinbar geringen praktischen Wichtigkeit dieser Frage habe ich an einer Anzahl eigener Präparate diesbezügliche Untersuchungen vorgenommnn. Die Untersuchungsobjekte waren nur zum kleinen Teil frische Präparate, da solche dafür sich weniger eignen. Bessere Resultate erhielt ich mit einfachen Terpentin-Trockenpräparaten und mit Trockenkorrosionen; zur Kontrolle und zur Ergänzung dienten mikroskopische Schnitte. Dabei fand ich, daß an der Innenwand der Shrap-

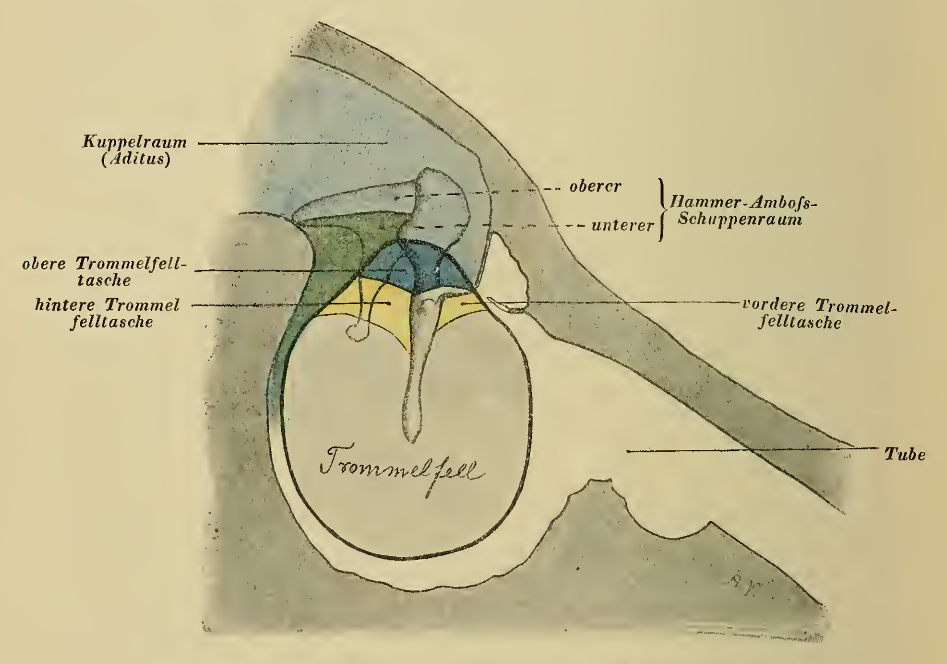


Fig. 29. Trommelfelltaschen in ihrem Verhältnis zur Membrana flaccida. Variation I.

nell'schen Membran gewöhnlich nicht eine einzige größere Tasche liegt (Prussak), sondern daß regelmäßig mehrere — meist drei — von Schleimhaut ausgekleidete Räume dort zusammenstoßen. Der eine dieser Räume entspricht der von Prussak beschriebenen „oberen Tasche", welche zwischen der Shrapnell'schen Membran und dem Hammerhals liegt; dieselbe öffnet sich gewöhnlich dem Hammergriff entlang in den unteren-vorderen Teil der hinteren Tasche; zuweilen führt der Ausführungsgang zwischen Hammergriff und hinterer Tasche so weit hinunter, daß die

Oeffnung sich im freien Rand der hinteren Falte befindet und die obere Tasche somit direkt mit der Paukenhöhle kommuniziert. Nach Prussak, Helmholtz und Politzer öffnet sich die obere Tasche häufiger direkt nach hinten in den Aditus, ein Verhältnis, das ich ebenfalls, aber weit seltener habe konstatieren können. Mit Kretschmann finde ich, daß die Bänder und Falten, welche als obere Wand der „oberen Tasche“ vom unteren Umfang des Hammerkopfes und von der seitlichen Fläche des Amboßkörpers lateralwärts abgehen, sich nur ausnahmsweise am oberen Umfang des Trommelfelles (Fig. 29 u. 31; Helmholtz, Prussak, Politzer), sondern gewöhnlich auf der freien Fläche der M. flaccida selbst ansetzen (Fig. 29 und 30). Ueber dieser lateralen Hammer-Amboßfalte (Ligamentum incudomalleolare laterale) liegt der zweite der genannten Räume (die Gipfelbucht Merkel), Hammer-Amboß-Schuppenraum Kretschmann, obere Amboßbucht Schwalbe, dessen unterere-vordere Spitze meistens noch über die Incisura Rivini hinunter in das Gebiet der Shrapnell'schen Membran hinabreicht und dort die obere Tasche von oben und vorn be-

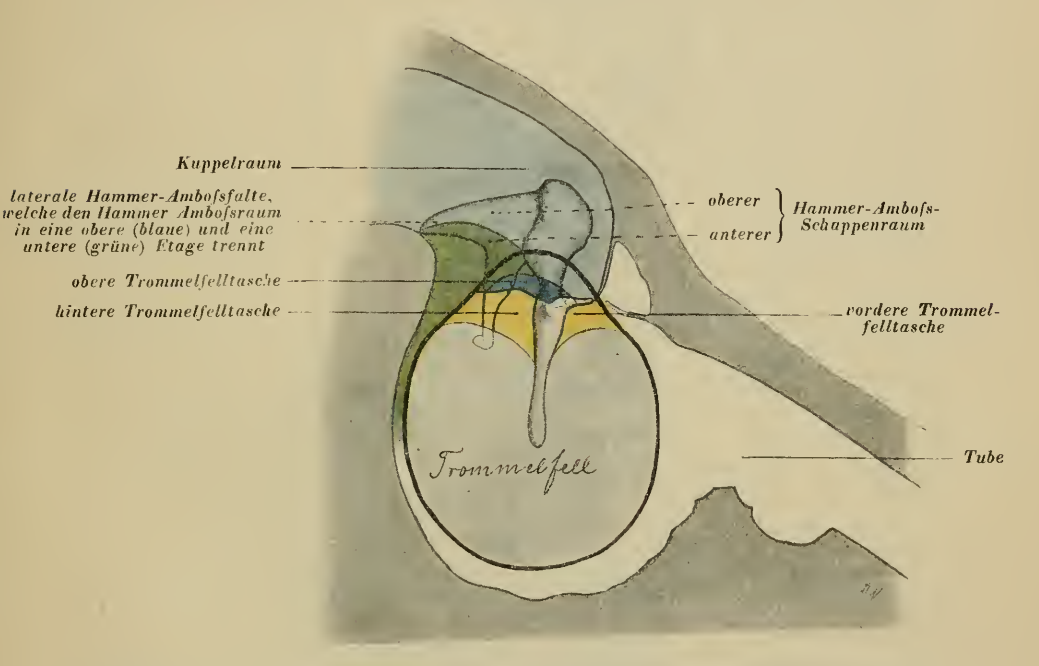


Fig. 30. Trommelfelltaschen in ihrem Verhältnis zur Membrana flaccida. Variation II.

grenzt. Unter der lateralen Hammer-Amboßfalte, und von ihr direkt überdacht, liegt der dritte Raum, ein Recessus, von Schwalbe als unterer Amboßraum bezeichnet, dessen vordere-untere Spitze ebenfalls im Gebiet der Shrapnell'schen Membran liegt und zwar am hinteren Umfang der oberen Tasche, direkt über dem hinteren Grenzstrang; der Prussak'sche Raum grenzt demnach hinten an die untere Amboßbucht, vorn an die obere Amboßbucht. — Die beiden Korrosionspräparate (Fig. 31 u. 49) und die schematischen Figg. 29 u. 30 verdeutlichen die Art und Weise, wie die genannten Räume sich an der Bildung des der Innenfläche der Membrana Shrapnelli auf-

liegenden Höhlensystems beteiligen; sie illustrieren zugleich die 2 wichtigsten Varietäten, welche in der Ausdehnung und Gruppierung dieser Räume sich zeigen und welche aus der verschiedenen Verlaufsrichtung und Höhe resultieren, in der die Hammer-Amboßfalte sich lateralwärts inseriert. Relativ leicht sind diese

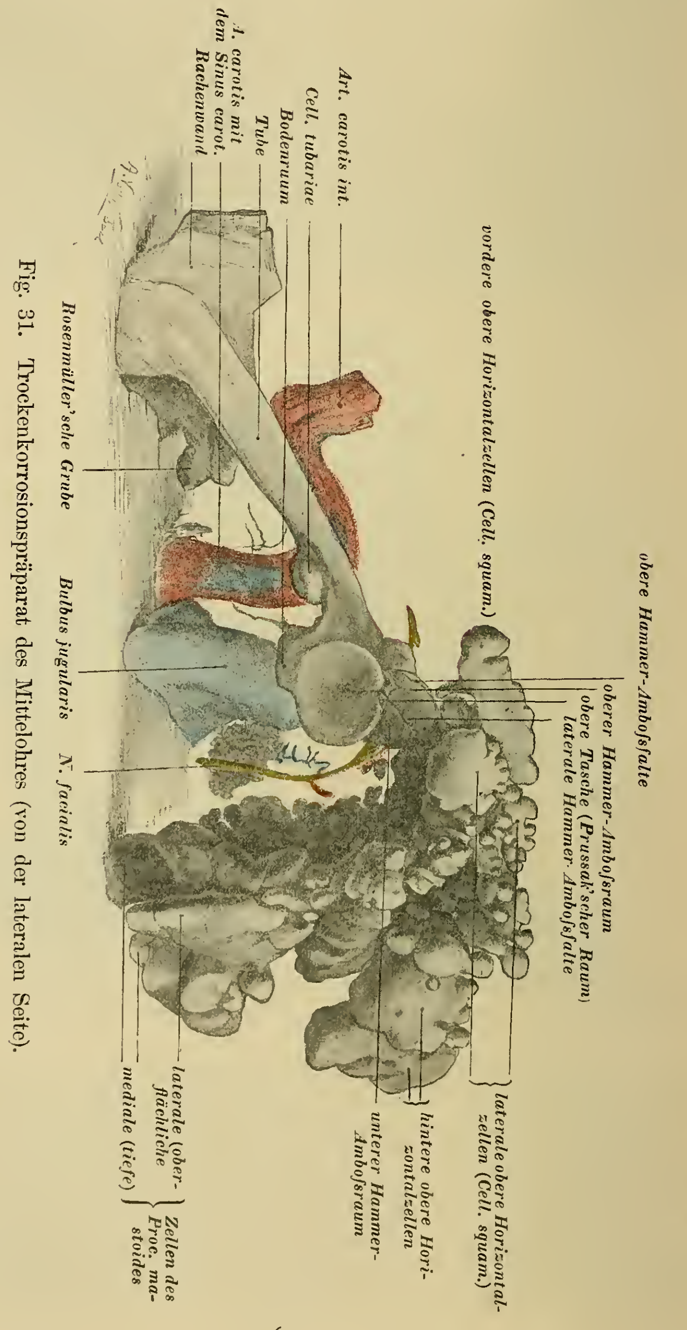


Fig. 31. Trockenkorrosionspräparat des Mittelohres (von der lateralen Seite).

Verhältnisse auch zu studieren an dem Terpentin-Trockenpräparate eines Schläfenbeines, an welchem der knöcherne Meatus sowie die Labyrinthwand mit dem Stapes entfernt, dagegen Hammer und Amboß intakt gelassen worden sind und dessen Trommelfell durch Lackimprägnation durchsichtig gemacht worden ist. Schneidet man hier die seitliche und die obere Hammer-Amboßfalte durch und exartikuliert man den Amboß sorgfältig, so kann man, wenn diese ganze Arbeit unter der Präparierlupe ausgeführt wird, mit einem feinen, ganz weichen und langhaarigen Pinsel (sogen. „Schlepper") unschwer verschiedene Farben in die Tiefe der genannten 3 Räume durch ihre natürlichen Oeffnungen hineinbringen. Dann erscheint auf der äußeren Trommelfellfläche entsprechend den 3 angewandten Farben diejenige Einteilung der Membrana flaccida in 2—3 scharf abgegrenzte Felder, wie sie die abgebildeten Korrosionspräparate ebenfalls aufweisen.

Insertion. Ueber die Art der Insertion der Trommelfellmembran überzeugt man sich am besten durch vorsichtige Herausnahme derselben aus ihrem knöchernen Rahmen. Dabei zeigt sich ihr Rand, soweit er am Os tympanicum befestigt ist, als eine wulstige Verdickung, welche Sehnenring, Ringwulst (Annulus tendinosus) heißt und welche in dem schmalen Sulcus tympanicus wie der Rand eines Uhrglases im Falze des metallenen Rahmens ruht. Im Bereich der Membrana flaccida fehlt sowohl der Knochenfalz als auch der Ringwulst. Hat man mit einem schmalen Messerchen auf der Innenseite die Mucosa knapp an der vorderen Grenze des Trommelfellrandes in der Länge von 2—3 mm durchschnitten, so läßt sich mit einigen Zügen der Annulus tendineus leicht aus dem Sulcus herausheben. Das solchermaßen losgelöste Trommelfell zeigt, trotzdem es durchschnittlich bloß $^1/_{10}$ mm dick ist, keine besondere Neigung zur Faltenbildung; diese Starrheit verdankt es seinem großen, später noch näher zu erörternden Reichtum an derben, bindegewebigen Elementen.

Wie diesbezügliche Versuche lehren, vermag das normale Trommelfell selbst dem gleichmäßigen Druck einer Quecksilbersäule von über 100 mm zu widerstehen ohne einzureißen; dagegen ist das **Elasticitätsvermögen** der Trommelfellmembran ein geringes. Plötzliche stärkere Luftdruckschwankunken, wie Detonation von Geschützen in nächster Nähe sind schon imstande, Einrisse herbeizuführen. Solche durch indirekte Gewalt entstandene Kontinuitätstrennungen finden sich nach Politzer hauptsächlich in der hinteren Trommelfellhälfte; nach Hartmann, Urbantschitsch und Treitel überwiegen an Zahl weitaus die Rupturen im vorderen-unteren Quadranten. Dagegen bildet eine hochgradige allmähliche Dehnung des Trommelfelles mit allgemeiner Verdünnung (und ohne Kontinuitätstrennungen) bei gestörter Ventilation der Paukenhöhle — Tubenabschluß — eine gewöhnliche Erscheinung. Wie sowohl Untersuchungen mit dem Siegle'schen Trichter beim Lebenden als Manometerversuche an der Leiche ergeben, besitzt des Trommelfell eine bedeutende Exkursionsfähigkeit in der Richtung nach außen, dagegen eine sehr beschränkte (aus seiner Ruhestellung) gegen die Paukenhöhle hin.

Untersuchung des Trommelfelles durch den Gehörgang. Will man am Lebenden oder am frischen Präparat das Trommelfell durch den intakten Gehörgang untersuchen, so streckt man zunächst letzteren gerade durch kräftiges Rückwärtsdrängen der Concha

und führt dann in den knorpeligen, gut gereinigten Meatus einen möglichst weiten Ohrtrichter. — Die Zufuhr von künstlichem Licht oder von diffusem, hellem Tageslicht geschieht vermittelst eines Hohlspiegels, hinter dessen durchbohrtem Centrum das Auge des Beobachters sich befindet. So betrachtet, erscheint das Trommelfell nicht als Kreis, sondern entsprechend dem Querschnitt (Lumen) des knöchernen Gehörganges als ein Oval, dessen Längsdurchmesser mit dem malleolaren Durchmesser zusammenfällt und von vorn-oben nach hinten-unten verläuft.

Am oberen Pol ist der Rivini'sche Ausschnitt mehr oder weniger deutlich erkennbar, indem hier der Trommelfellrand eine Ausschweifung zeigt. Bildet die untere-vordere Gehörgangswand einen stark in den Meatus vorspringenden Bogen, so bleibt der untere-vordere Trommelfellabschnitt hinter demselben verborgen, selbst wenn der Ohrtrichter kräftig an die hintere Wand angedrückt und der Blick möglichst von hinten-oben nach vorn-unten gerichtet wird. Bezold gelang es, bei 70 Proz. der von ihm untersuchten Schulkinder das ganze Trommelfell zu übersehen. Bei Erwachsenen sind im allgemeinen diese Verhältnisse noch günstiger. — Die Farbe der Membran setzt sich zusammen aus der Eigenfarbe des Trommelfelles, der Farbe der durchschimmernden Labyrinthwand und derjenigen des benutzten Lichtes. Bei Lampenlicht betrachtet, ist sie leicht rötlich, bei Tagesbeleuchtung erscheint sie als ein zartes Hellgrau („perlgrau"), dessen Intensität individuellen, hauptsächlich von der Dicke der Membran abhängigen Schwankungen unterworfen ist. Je transparenter das Trommelfell ist, um so dunkler erscheint es und um so schärfer grenzt es sich ab gegen die knöcherne Umrandung und gegen den Hammergriff. — Die hellste Farbe besitzen der hintere-obere Quadrant und die Membrana flaccida, die dunkelste der vordere-untere Quadrant; es erklärt sich diese Differenz der Schattierung aus der verschiedenen Gehörgangstiefe, in welcher die betreffenden Trommelfellpartien liegen. — Während an den übrigen Stellen das Trommelfell gegen die Gehörgangswände sich scharf abgrenzt, ist dies weniger der Fall bei der M. flaccida, namentlich hinten-oben vom Processus brevis, da ein Streifen subkutanen gefäßreichen Bindegewebes hier vom Gehörgang zum Hammergriff hinunterzieht, an dieser Stelle die Transparenz des Trommelfelles herabsetzt und ihm eine Farbe verleiht, welche mit derjenigen der hinteren Gehörgangswand Aehnlichkeit hat.

Auf der grauen Fläche des Trommelfelles fällt vor allem der Processus brevis s. lateralis auf als ein heller Höcker, welcher sich nahe dem oberen Pole befindet; von ihm weg zieht gewöhnlich eine scharfe, kurze, helle Falte (vorderer Grenzstrang) unter der Memb. Shrapnelli durch nach vorn-oben zur Spina tympanica posterior. Eine ähnliche, etwas längere Falte, der hintere Grenzstrang, welcher das hintere Ende des Rivini'schen Ausschnittes (Spina tympanica minor) mit dem Processus brevis verbindet, ist nur wenig ausgesprochen; da sie sich zudem mehr en face präsentiert, fehlt sie scheinbar häufig.

Um Irrtümer zu vermeiden, sollten diese Gebilde stets als Grenzstränge und nicht als hintere und vordere Falten bezeichnet werden. Denn die „hintere Falte" der Ohrenärzte ist eine pathologische Erscheinung und hat auch eine andere Verlaufsrichtung als der hintere Grenzstrang: sie zieht horizontal nach hinten in den oberen Abschnitt des

Sulcus hinein oder abwärts in die intermediäre Zone des Trommelfelles und ist stets das Zeichen einer abnormen Einsenkung und Spannung des Trommelfelles. Ein Trommelfell mit hinterer Falte zeigt daher in der Regel auch Abnormitäten der Lichtreflexe.

Den Hammergriff sieht man vom Processus brevis nach hinten-unten bis zur Mitte des Trommelfelles ziehen und hier mit einer spatelförmigen Verbreiterung enden. Während am freigelegten Trommelfell der Hammergriff mit seinem oberen Ende nur wenig nach vorn geneigt oder ziemlich genau senkrecht steht zu einer durch die Trommelfellebene verlaufenden Horizontallinie, erscheint er beim Blick durch den Gehörgang mehr oder weniger auffallend schief von vorn-oben nach hinten-unten gerichtet. Die Ursache dieser Abweichung beruht einmal darauf, daß der Hammergriff nicht absolut vertikal steht, sondern daß die Fläche, in welcher er liegt, nach unten schief medialwärts gegen die Paukenhöhle hinneigt; zweitens richtet sich der Blick durch den Gehörgang hindurch nicht senkrecht, sondern schief von hinten-außen gegen die Trommelfellebene. Aus der Kombination dieser Verhältnisse resultiert die scheinbar stark schräg von vorn-oben nach hinten-unten verlaufende Richtung des Hammergriffs; je mehr das Trommelfell gegen die Paukenhöhle hineingezogen wird, um so mehr scheint das untere Hammerende sich nach oben zu drehen (und gleichzeitig sich zu verkürzen). — Häufig, namentlich im höhern Alter findet sich entsprechend dem Sehnenring eine schmale, getrübte Zone direkt am Rande des Trommelfells. Eine hellgraue oder graugelbe Zone umgiebt auch das untere Hammergriffende und setzt sich nicht selten sichelförmig oder krallenförmig in den hinteren unteren Quadranten hinein fort. Die beiden Tröltsch-schen Falten, namentlich die hintere derselben schimmert bei zarter Struktur des Trommelfells oft durch als graue, nach unten je in einem konkaven Bogen sich abgrenzende Verfärbung. Ebenso macht sich zuweilen der lange Amboßschenkel und die Sehne des M. stapedius, sowie das gelbliche Promontorium durch das intacte Trommelfell hindurch bemerkbar; seltener ist dies der Fall mit der Chorda oder mit der dunklen Nische des runden Fensters.

Bleibt das Trommelfell infolge katarrhalischen Tubenverschlusses längere Zeit stark einwärts gedrängt, so wird es abnorm dünn und durchsichtig und wechselt dann seine Eigenfarbe ein gegen diejenige der dunklen, beschatteten, hinter ihm liegenden Paukenhöhle. Umgekehrt sehen wir bei Entzündungen der Membran resp. der anstoßenden Partien von Meatus und Paukenhöhle rasch eine Aufhebung der Transparenz eintreten. Als Folgen abgelaufener Entzündung müssen Unregelmäßigkeiten in der Oberflächenkrümmung, Perforationen, atrophische oder getrübte und verkalkte Stellen aufgefaßt werden.

Daß Perforationen in der Shrapnell'schen Membran nie als Reste der 1. Kiemenspalte angeboren vorkommen, sondern daß dieselben stets auf überstandene Entzündungsprozesse des Mittelohres zurückzuführen sind, ist heutzutage im Gegensatz zu früheren Anschauungen allgemein anerkannt. Uebrigens scheint nach den Untersuchungen und Ergebnissen von His, welchen ich mich rückhaltslos anschließe, beim Menschen die 1. Kiemenspalte von Anfang an durchwegs geschlossen zu sein, so daß auch schon aus diesem Grunde es sich da, wo ein solches „Rivini'sches Loch" vorkommt, nicht um eine fötale Bildungshemmung d. h. nicht

um ein Stehenbleiben auf einer früheren Entwickelungsstufe handeln kann.

Reflex. Die gesamte äußere Fläche des normalen Trommelfells ist glänzend glatt. Indessen werfen ins Auge des Beobachters nur diejenigen Partien einen hellen Reflex zurück, welche senkrecht stehen zur Sehachse; denn letztere ist bei der Untersuchung durch den relativ engen Gehörgang annähernd identisch mit der Richtung des einfallenden Lichtes. Solche hellglänzende Reflexe zeigt das normale Trommelfell an verschiedenen Stellen; am häufigsten finden sich der sogen. dreieckige Reflex im vorderen unteren Quadranten und der Sulcusreflex (BEZOLD).



Fig. 32. Trommelfell des Erwachsenen, durch den Gehörgang betrachtet. Dreieckiger Reflex, nahe seiner Spitze auf eine kurze Strecke unterbrochen; vorn unten am Rande des Sulcusreflex (in der Reproduktion fehlend).

Der dreieckige Reflex liegt mit seiner Spitze im Umbo, vorn vom Hammergriffende, und zieht, allmählich sich verbreiternd, in der Richtung nach vorn-unten in die intermediäre Zone hinein. Denkt man sich durch die Trommelfellmitte beider Ohren eine Ebene gelegt, welche den Reflex in radiärer Richtung halbiert, so wird diese Schnittebene ziemlich genau die Spitze des Kinns treffen. „Daß die Richtung des Reflexes nach unten und vorn läuft, ist bedingt durch die doppelte Schieflage des Trommelfells, seine dreieckige Gestalt durch die stumpfwinklige Trichterform der Membran" (TRAUTMANN). Um sich die Entstehung der Dreieckform anschaulich zu machen, kann man sich vorstellen, daß von der Peripherie des Reflexes bis zum Umbo sich eine Reihe von unendlich schmalen Hohlcylinderquerschnitten folgt, von denen jeder folgende einem Cylinder mit kleinerem Radius der Grundfläche entspricht (BEZOLD). Nebenstehende schematische Zeichnung eines Durchschnittes durch das normale Trommelfell in der Richtung von hinten-oben nach vorn-unten zeigt, warum der dreieckige Reflex die Peripherie nicht erreichen kann.

Die Form ist übrigens nicht immer genau die beschriebene; geringe Differenzen in der Art der Neigung oder der Wölbung, sowie in der Glätte des Trommelfells haben zur Folge, daß der Reflex manchmal in der Länge, manchmal in der Quere eine Unterbrechung, zuweilen auch feine radiäre Streifung zeigt, und daß er bald hellglänzender, bald matter erscheint. Häufig ist bloß ein verschwommener Fleck oder Punkt im Umbo vorhanden. Alle diese genannten Varietäten in der Form des Reflexes liegen nach den ausgedehnten Erfahrungen, welche BEZOLD bei seinen Schuluntersuchungen gewonnen, noch innerhalb der Grenzen des Normalen. Nur ein Merkmal muß der Reflex haben, um die Bezeichnung normal zu erhalten: er muß mit seiner Spitze den Umbo ganz oder nahezu erreichen. Bei 86 Proz. der untersuchten Normalhörenden fand BEZOLD dieses Postulat erfüllt und nur bei 2 Proz. wurde ein vollständiger Ausfall des dreieckigen Reflexes konstatiert. Im hohen Alter wird er in der Regel bedeutend matter.

Bei beginnender Einsenkung des Trommelfells nimmt der Reflex an Breite ab, an Länge und Intensität aber zu und zugleich dreht er sich mehr nach oben. Bei stärkerer kesselförmiger Einsenkung rückt er vom Umbo gegen die Peripherie, indem er zugleich seine dreieckige Form eintauscht gegen diejenige eines runden, matt- oder hellglänzenden Fleckes.

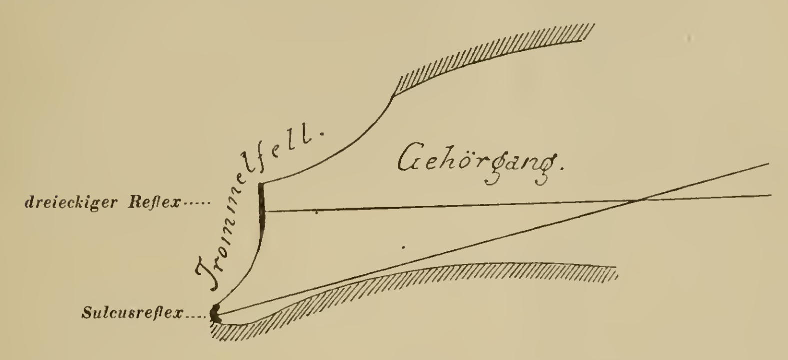


Fig. 33. Entstehungweise der normalen Trommelfellreflexe (Bezold). Schematischer Durchschnitt durch Gehörgang und Trommelfell, in der Längsachse des ersteren verlaufend und das letztere in der Richtung von hinten-oben nach vorn-unten halbierend.

Ein zweiter Reflex — der Sulcusreflex — findet sich fast ausnahmslos als lineärer glänzender Streifen der vorderen unteren Peripherie des Trommelfells entlang. Er entsteht jedoch nicht mehr ausschließlich im Trommelfell selbst, sondern liegt in der Rinne zwischen Trommelfelllimbus und äußerer Lefze des Sulcus und zwar an einer Stelle, welche die oben genannte radiär verlaufende Halbierungsebene des dreieckigen Reflexes ebenfalls durchschneidet.

Unter normalen Verhältnissen können noch 2 fernere kleine Reflexe auftreten. Der eine findet sich auf der Spitze des kurzen Fortsatzes, falls dieselbe flach abgerundet ist. Der andere entsteht auf die nämliche Weise wie der Sulcusreflex am vorderen oberen Rande der Memb. flaccida.

Als ein ziemlich seltener Reflex wäre schließlich noch zu nennen der Promontoriumreflex, welcher als ein runder, mattglänzender gelber Fleck mit verwaschenen Rändern durch das Trommelfell hindurchschimmert und zwar eine kleine Strecke nach hinten und unten vom Umbo.

Histologie. Die Membran des Trommelfells enthält im Gebiet der Pars tensa als Grundsubstanz eine fibröse Schicht, welche auf der Paukenhöhlenseite von Schleimhaut, auf der Gehörgangseite von Epidermis überzogen ist. Die Membrana flaccida dagegen besteht bloß aus einer Epidermis- und einer Mucosaschicht.

1) Die fibröse Schicht, Membrana propria s. Lamina fibrosa ist zusammengesetzt aus platten Bündeln von spitzwinklig durcheinander laufenden, fest verfilzten Fasern; dieselben sind homogen, stark lichtbrechend; zwischen ihnen liegen spindel- und sternförmige Bindegewebskörperchen. Auf der dem Gehörgang zugewandten Fläche sind die Fasern der Membrana propria radiär angeordnet und bilden hier die äußere oder Radiärfaserschicht, während auf der nach der

Paukenhöhle zugewandten Fläche die Bindegewebebündel cirkulär angeordnet sind zur inneren oder Cirkulärfaserschicht. Die centralere Partie der Cirkulärfaserschicht nimmt vom Sehnenring nach der intermediären Zone an Mächtigkeit rasch ab und fehlt gegen den Umbo hin. Ein Teil derselben heftet sich an die zwei oberen Fünftel des Hammergriffs. Die periphere Zone inseriert sich am Processus brevis, in dessen Umgebung (namentlich in und unter der Gegend der Grenzstränge und im hinteren oberen Quadranten) die radiäre und die cirkuläre Faserschicht am innigsten unter sich zusammenhängen und sich durchkreuzen. Ueber diese Verhältnisse orientiert man sich am raschesten am lackdurchtränkten Terpentinpräparat, welches bei durchfallendem Licht mit der Lupe betrachtet werden muß. — An der Bildung des Ringwulstes der

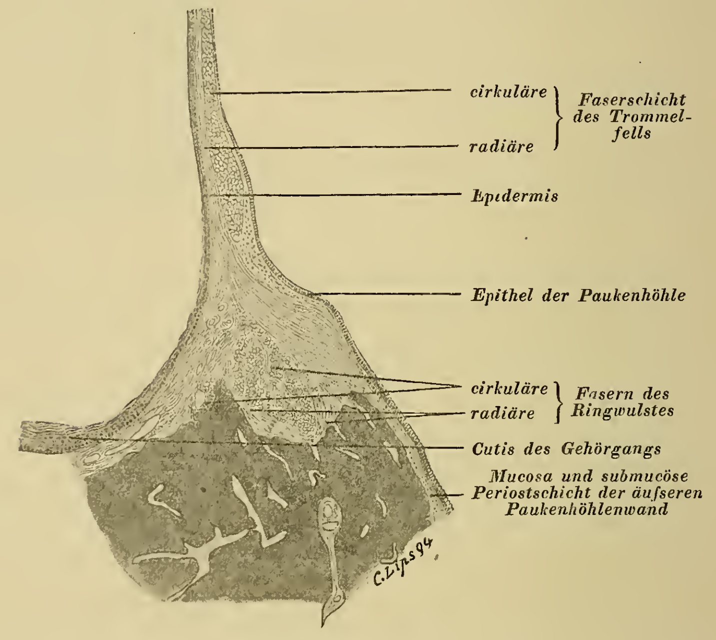
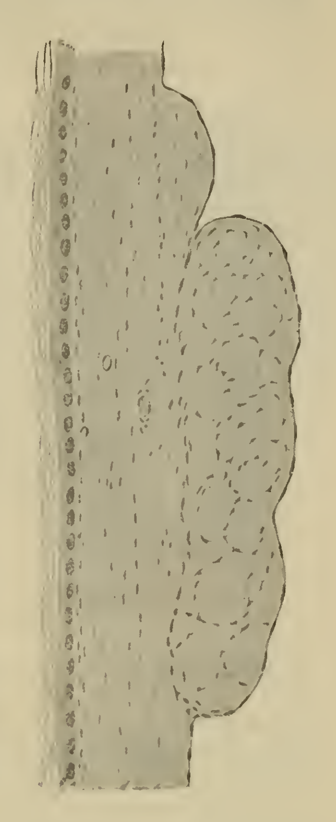


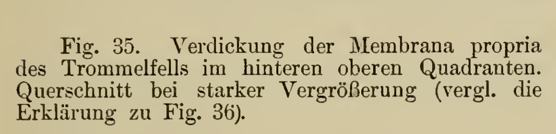
Fig. 34. Senkrechter (radiärer) Durchschnitt durch die untere Partie von Trommelfell, Ringwulst und Sulcus tympanicus.

im Sulcus eingefalzten, schon mit bloßem Auge sichtbar verdickten Randpartie des Trommelfells beteiligen sich sowohl radiäre als cirkuläre Fasern; von den radiären Fasern laufen die tiefen Schichten, cirkuläre Bündel zwischen sich fassend, direkt in den Sulcus tympanicus hinein, während die oberflächlichen Schichten in das Periost der Paukenhöhle und des Gehörgangs übergehen. Knorpelzellen, wie Bertelli solche bei einzelnen Säugetieren fand, konnte ich im Sehnenring des menschlichen Trommelfells nicht nachweisen. Die Radiärfasern der unteren Trommelfellhälfte konvergieren ziemlich genau im Umbo, während diejenigen in der oberen Trommelfellhälfte am unteren und mittleren Drittel des Hammergriffs sich inserieren. Dabei verlaufen die Fasern des oberen vorderen Quadranten etwas steiler als diejenigen des hinteren oberen Quadranten.

Im hinteren oberen Quadranten fand Gruber ein dendritisches Fasergebilde, welches aus beiden Faserlagen gebildet wird und durch besondere Derbheit sich auszeichnet. Dasselbe liegt der tympanalen Fläche der Radiärfaserschicht auf und prominiert gegen die Paukenhöhle; ausnahmsweise gehen von ihm fadenartige, mit Schleimhaut überzogene Stränge ab, welche analog den oben besprochenen Schleimhautfalten der Membrana flaccida nach verschiedener Richtung ausstrahlen und die Paukenhöhle quer durchziehen können (Grubrr). Offenbar handelt es sich hier um ein sehnig umgewandeltes Residuum der dicken Schicht von submukösem Bindegewebe, welches in der ersten Hälfte der Fötalzeit die hintere Paukenhöhlenhälfte erfüllt (vergl. den betreffenden Abschnitt der Entwickelungsgeschichte des Mittelohres). — In dem mir zu Gebote stehenden Material vermißte ich dieses dendritische Fasergebilde nur selten. Stellenweise betrug seine Dicke oft bis 0,08 mm, also ebenso viel wie die der übrigen Pars fibrosa samt der Cutisschicht (vergl. Fig. 35).

Die geringste Dicke der M. tensa findet sich an der Grenze zwischen intermediärer




Fig. 35. Verdickung der Membrana propria des Trommelfells im hinteren oberen Quadranten. Querschnitt bei starker Vergrößerung (vergl. die Erklärung zu Fig. 36).

und centraler Zone, die größte Mächtigkeit erlangt sie am Rand und im Centrum. Die Substanz der fibrösen Schicht wird durch Kochen in verdünnter Kalilauge und Essigsäure fast ganz aufgelöst wie Sehnengewebe; sie enthält nur wenige elastische Fasern (Helmholtz).

2) Der sogen. Cutisüberzug des Trommelfells besitzt kein Corium, sondern er bildet nur eine ganz dünne Epidermisschicht. Nach meinen Messungen beträgt seine Dicke im Mittel bloß 0,01 mm gegenüber 0,017 der Gehörgangepidermis. Im Gegensatz zu den bisherigen Anschauungen und Beschreibungen finde ich nicht eine 6–8fache Lage von Epidermiszellen, sondern — wenn das abgeplattete, relativ sehr dünne und häufig fehlende Stratum corneum nicht mitgerechnet wird — bloß eine 1—2fache; ferner fehlen die Papillen in meinen Präparaten durchwegs, selbst im Gebiet des sog. Cutisstreifens am Hammergriff. — Verfolgen wir die Struktur dieser Epidermis am Querschnitt durch ein in ganz frischem Zustand fixiertes Trommelfell, so sehen wir zunächst der Faserschicht eine mehr oder weniger deutliche, meist einfache Lage von stern- und spindelförmigen Bindegewebszellen; dieselbe geht nach der Oberfläche zu in eine dünne, strukturlose Lamina basilaris über, und dann folgt die eigentliche, mit Hämatoxylin-Eosin sich rötlichblau färbende Epidermisschicht

mit einem Stratum germinativum, einem Stratum lucidum und einem Stratum corneum. Das Stratum germinativum (Keimschicht) wird gebildet durch eine einfache Lage von der Trommelfellfläche her etwas abgeplatteter Zellen mit großem, hellumsäumtem, querovalem oder rundem Kern und fehlenden oder nur sehr undeutlichen Grenzen; die Kerne dieser 1. Zellschicht fand ich ca. 2,4 μ hoch und 3,6—5,4 μ breit. Der Abstand der Centren zweier benachbarter Kerne (= Länge des Zellleibes) beträgt 4,4—12 μ. Hie und da findet sich eine vereinzelte, schon durch ihre Größe und schärfere Abgrenzung und durch bedeutenderes Lichtbrechungsvermögen sich auszeichnende Zelle mit deutlichen Kernteilungsfiguren. In der 2. Schicht (Stratum lucidum) lassen sich beinahe keine Kerne mehr durch Färbung nachweisen; nur selten noch erscheint ein solcher und zwar stark abgeplattet und weniger deutlich gefärbt; die Dicke des Stratum lucidum und die vorhandenen Kerne entsprechen einer einzigen Zelllage. — Das Stratum corneum liegt als mehrfach geschichtetes, transparentes, sich mit Hämatoxylin hellblau, mit Osmium schwarz färbendes Häutchen dem Strat. lucidum locker auf; bei Hämatoxylinfärbung treten darin keine Kerne hervor.

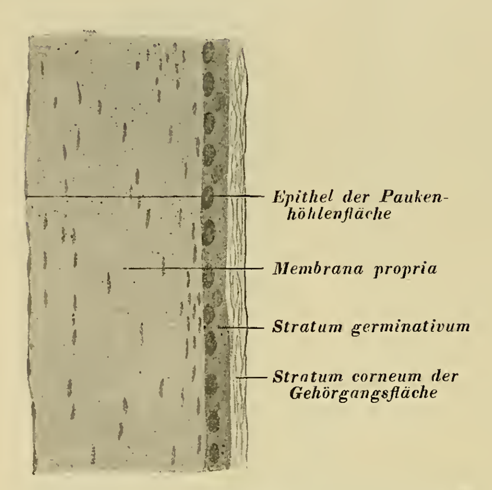


Fig. 36. Durchschnitt durch die Pars tensa des Trommelfells (starke Vergrößerung).

Das Trommelfell hat in seiner histologischen Struktur kein Analogon auf der ganzen Körperoberfläche; am nächsten steht ihm wohl die Cornea des Auges und der Fingernagel. Mit letzterem hat die Epidermis des Trommelfells außerdem noch insofern Aehnlichkeit, als ihre obere Schicht unter normalen Verhältnissen nicht abblättert, sondern sich seitlich verschiebt und vorwärts wandert. Diese Epidermiswanderung vollzieht sich langsam und beständig von dem Centrum der Trommelfellfläche gegen die Peripherie hin und in den knöchernen Gehörgang hinaus, wo sie durch Zusammenschieben der sich abstoßenden Schicht zur Bildung von langen, gekräuselten, allmählich in Ohrschmalz sich einhüllenden Bändern Veranlassung geben kann.

Im Bereich der Membrana flaccida und des Hammergriffs, wo der vom Gehörgang sich hineinziehende Cutisstreifen sich findet, wird die Epidermisschicht nicht, wie allgemein angenommen wird, wesentlich dicker, sondern sie behält den soeben geschilderten Charakter. Auch hier fehlen nicht nur Haare und Drüsen, sondern nach meiner Untersuchung an frischem Material, wie schon erwähnt, durchwegs auch die Papillen. Dagegen schiebt sich hier eine lockere, nerven- und gefäßführende Zellgewebelage darunter, wie sich solche — allerdings in bedeutenderer Dicke — auch unter der Epidermis des Gehörganges findet. — Auf dem Querschnitt erscheint diese subepider-

moidale Zellgewebeschicht halbmondförmig. Ein durchaus ähnlich gebautes, nerven- und gefäßhaltiges Zellgewebestratum schiebt sich vom Gehörgang her noch eine Strecke weit zwischen den fibrösen Randwulst und den Epidermisüberzug des Trommelfells.

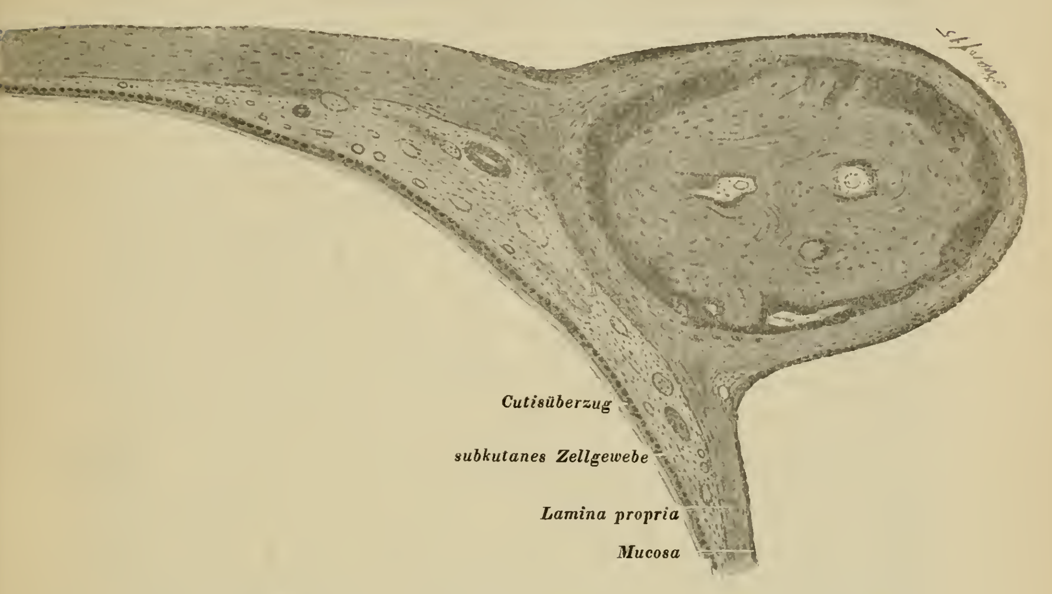


Fig. 37. (Etwas schräg verlaufender) Querschnitt durch die obere Hälfte von Hammergriff und Trommelfell.

3) Die Schleimhautschicht. Der Paukenhöhlenüberzug des Trommelfells wird gebildet durch eine einfache Lage von großen, aber äußerst niedrigen, unbewimperten Epithelzellen. Eine deutliche Submucosa, wie sie an den übrigen Paukenhöhlenwänden sich findet, fehlt; die Epithelien liegen der Fibrosa direkt auf. Nur an den Randpartien, wo die Mucosa sich auf die Paukenhöhlenwand umschlägt, da ist — als Fortsetzung der Submucosa auf der Paukenhöhle — eine kräftige, aber lockere Bindegewebeschicht vorhanden, welche Ringwulst und Epithelschicht voneinander trennt und welche zahlreiche Gefäße und Nerven enthält. An dieser Stelle ist die Mucosa hie und da in Form von Falten oder Papillen vorgetrieben. Ich fand indessen solche Falten in frischen, normalen Präparaten nur sehr vereinzelt und dann stets von niederer, flacher Gestalt, so daß ich die langen, fingerförmigen Zotten — wie sie Gerlach beschreibt — als eine ausnahmsweise vorkommende Bildung bezeichnen muß, welche vielleicht eher als Leichenerscheinung oder als pathologische Veränderung aufzufassen ist.

Blutgefäße. Das normale, nicht gereizte Trommelfell erscheint bei der Spiegeluntersuchung am Lebenden beinahe gefäßlos. Dies gilt namentlich von der intermediären Zone; entlang dem Hammergriff und dem Margo tympanicus kann indessen auch schon unter normalen Verhältnissen eine leichte Rötung auftreten. Gute Bilder über die Vaskularisation der Innenfläche des Trommelfells erhält man bei der Sektion von Felsenbeinen, deren Mittelohr akut

entzündet ist (z. B. bei kleinen, an Gastroenteritis verstorbenen Kindern). Der Zu- und Abfluß des Blutes vollzieht sich auf Bahnen, welche teils durch den Gehörgang, teils durch die Paukenhöhle führen. Erstere sind die A. auricularis profunda und die gleichnamigen Venen, letztere werden gebildet durch die A. stylomastoidea und tympanica mit ihren Venen.

Die Paukenhöhlengefäße breiten sich hauptsächlich unter der Schleimhautschicht des Trommelfells aus (inneres Netz), während die Gehörganggefäße fast ausschließlich zwischen Epidermis und Membrana propria verlaufen (äußeres Netz). Die beiden Netze haben, was Gestalt und Anordnung anbelangt, große Aehnlichkeit, indem beide mit ihren Hauptverzweigungen 1) den Hammergriff umfassen, 2) einen Gefäßkranz entlang des Trommelfellrandes bilden. Hammergriffnetz und randständiges Netz sind durch feine Gefäßchen verbunden, welche in der Hauptsache radiäre Richtung besitzen. Ferner steht das äußere venöse Netz mit dem inneren venösen in Verbindung 1) am Hammergriff, 2) am Margo tympanicus, 3) in der intermediären Zone vermittelst perforierender Venen. Eine Monographie von Moos, welcher diese Verhältnisse eingehend studiert hat, findet sich im Arch. f. Augen- und Ohrenkeilkunde, Bd. 6, 1877.

Lymphgefäße. Nach Kessel existiert ein spärliches inneres Kapillarsystem unter der Epithelschicht und ein stärkeres äußeres unter der Epidermis. Beide Netze stehen durch die Membrana propria hindurch sowie am Annulus in Verbindung. Im „dendritischen Fasergerüst" der hinteren Trommelfellhälfte finden sich zuweilen weite Lymphräume. Die bei Entzündung von Trommelfell und Gehörgang auftretende Schwellung der Glandulae mastoideae und der vor dem Tragus gelegenen Drüschen (Glandulae faciales) spricht dafür, daß hier wenigstens ein Teil der Trommelfelllymphe durchströmt.

Nerven. Der Hauptnerv ist der N. meatus auditivi externi, welcher als ein Zweig des N. auriculotemporalis von der hinteren oberen Gehörgangswand im submukösen Strang des Hammergriffs hinuntersteigt und sich hier ähnlich der Hammergriffarterie auf der äußeren Schicht des Trommelfells verteilt. Inwieweit auch der Ramus auricularis vagi sich an der Innervation des Trommelfells beteiligt (Sappey), ist noch nicht sicher festgestellt.

Altersverschiedenheiten.

a) Größe: Beim Fötus ist das Trommelfell im Verhältnis zur Körperlänge auffallend groß. Nach v. Tröltsch mißt es in der 11. Woche 2 : 1,25 mm; in der 14. Woche 3 : 2 mm; 16. Woche 4,5 : 3; 20. Woche 7 : 5,5; 22. Woche 8 : 7; 24. Woche 8,5 : 8; 7. Monat 9 : 8; 9. Monat 9,75 : 8,5.

b) Dicke: Das Trommelfell des Neugeborenen erscheint dicker als dasjenige des Erwachsenen; die starke Entwickelung der Mucosa und die Auflagerung einer mächtigen Schicht macerierter Epidermis ist die Ursache. — Das kindliche Trommelfell dagegen ist zart und transparent; die bei der Spiegeluntersuchung auffallende Dunkelheit desselben rührt sowohl von der erhöhten Transparenz als auch von dem Umstande her, daß relativ wenig Licht durch den engen Gehörgang auf das Trommelfell geworfen werden kann.

Bezüglich der Neigung der Trommelfellebene zur Horizontalen herrscht die Ansicht vor (HENLE, v. TRÖLTSCH, GRUBER, MERKEL, TILLAUX, SCHWALBE), daß beim Fötus und noch beim Neugeborenen das Trommelfell beinahe oder vollkommen wagerecht liege und daß es erst in der extrauterinen Lebensperiode sich allmählich mehr aufrichte. PRUSSAK und SYMINGTON, neuerdings auch POIRIER, nehmen indessen einen anderen Standpunkt ein, und letzterer hat durch Messung gefunden, daß beim Neugeborenen die Trommelfellneigung derjenigen beim Erwachsenen beinahe gleichkomme.

Ich habe 10 Schädel Neugeborener, welche der Basler anatomischen Sammlung angehören und welche mit Erhaltung des Trommelfells und der Bandmassen sorgfältig maceriert worden sind, nach dieser Richtung hin näher untersucht. Jeder Schädel wurde in einen zu diesem Zwecke eigens konstruierten, mit hohen Füßen versehenen, erweiterungsfähigen, soliden Metallrahmen mit der Basis aufwärts durch Schrauben eingespannt und zwar so, daß die mit den Jochbogen parallel verlaufende konventionelle Horizontalebene der deutschen Anatomen durch diesen Rahmen zu körperlicher Darstellung gelangte. Durch Auflegen eines dünnen Elfenbeinplättchens auf den Annulus tympanicus wurde die Trommelfellebene markiert und nun konnten die in Betracht kommenden Winkel auf dem mit weißem, festem Zeichnungspapier überspannten Horizontalrahmen teils direkt gemessen, teils gezeichnet und berechnet werden. Die Linien, in welchen die Horizontalebene durch die betreffende Frontalebene und durch die Medianebene geschnitten wird und welche bei den betreffenden Messungen genau zu berücksichtigen sind, müssen natürlich für jeden Schädel besonders gezeichnet werden auf dem ausgespannten Karton.

Die Größe des Inklinationswinkels, den die Trommelfellebene mit der Horizontalebene bildet, betrug nach diesen meinen Untersuchungen, in der Frontalebene gemessen, im Mittel 36°. Sie schwankte zwischen 31 und 42°. — Die Größe des Deklinationswinkels, den die Trommelfellebene mit der Medianebene bildet, war, in der Horizontalebene gemessen, im Mittel 32°. Auffallend niedrige Werte ergab die Messung bei zwei prognathen Schädeln, nämlich 15° resp. 22°; bei 7 Schädeln betrug der Deklinationswinkel 29—38°; das Trommelfell des 10. Schädels besaß einen Deklinationswinkel von 50°. Weder im letzten Falle noch bei den übrigen Schädeln zeigte sich ein Abhängigkeitsverhältnis zwischen Schädelindex und Größe der Trommelfellneigungen. Wenn die von SCHWALBE für die Neigungswinkel beim Erwachsenen angegebenen Werte sich auf die genannte Horizontalebene beziehen, so wäre nach diesen Ergebnissen in der That sowohl der Deklinations- als der Inklinationswinkel des Trommelfells beim Neugeborenen etwas geringer als beim Erwachsenen. Dagegen erweist sich die Ansicht, daß die Trommelfellebene des Neugeborenen beinahe wagrecht liege, als eine irrige; sie beruht auf einer Täuschung, welche, wie SYMINGTON richtig hervorhebt, dadurch hervorgerufen wird, daß beim Neugeborenen der Meatus, dessen knöcherner Teil zu dieser Zeit noch fehlt und welcher daher rein membranös ist, viel steiler abwärts steigt als beim Erwachsenen. MERKEL spricht die Vermutung aus, daß das Trommelfell sich nach der Geburt aufrichte infolge einer mit der Verbreiterung des Kopfes

allmählich eintretenden Abwärtsdrehung der Längsachse der Pyramide. Ist beim Erwachsenen aber auch der Deklinationswinkel ein größerer als beim Neugeborenen, so müßte die Felsenbeinspitze im extrauterinen Leben nicht nur nach unten, sondern gleichzeitig auch nach hinten sich bewegen, ein Vorgang, der wenigstens an den mir zu Gebote stehenden Schädeln sich nicht nachweisen läßt, indem der von der Längsachse beider Felsenbeine eingeschlossene Winkel beim Neugeborenen und beim Erwachsenen annähernd gleich groß ist.

Zur Entscheiduug der Frage, ob die Trommelfellebene nach der Geburt überhaupt ihre Neigung verändere, sind jedenfalls auch noch an einer Reihe von Schädeln Erwachsener derart oder in ähnlicher Weise ausgeführte exakte Messungen vorzunehmen.

Mißbildungen. Ueber eine auffallend senkrechte Stellung des Trommelfells bei Musikern berichten Bonnafont, Schwartze, Lucae und v. Tröltsch. Eine abnorm horizontale Neigung wurde mehrfach beobachtet bei angeborener Taubheit und Kretinismus. — In den Fällen von angeborenem Verschluß des Gehörganges ist kein Trommelfell und (soweit hierüber von den betreffenden Autoren berichtet ist) regelmäßig auch kein knöcherner Annulus vorhanden; zugleich fehlen die Gehörknöchelchen teilweise oder ganz. — Nach meinen Untersuchungen über die Zeit des ersten Auftretens von Gehörgang und Gehörknöchelchen muß diese Entwickelungshemmung sehr früh schon d. h. vor der 5.—6. Fötalwoche zustande kommen.

Vergleichend-anatomisches. Das Trommelfell der Säuger weicht nicht wesentlich ab von demjenigen des Menschen: auch hier treffen wir Einfalzung im Annulus tympanicus und Trichterform mit medialwärts gerichteter Spitze. Bei den Vögeln und Eidechsen ist die Konvexität lateralwärts gerichtet; eine flache Ebene stellt das Trommelfell des Maulwurfs und der Fledermaus dar, sowie dasjenige von Schildkröte und Frosch. Senkrechte Stellung nimmt es beim Iltis und Fischotter ein und ebenso bei der Schildkröte, fast horizontale beim Eichhorn und Meerschweinchen. Beim Frosch liegt der untere Rand des Trommelfells näher an der seitlichen Kopfoberfläche als der obere Rand. Erwähnenswert ist ferner die Sonderstellung von Meerschweinchen, Seehund und Ameisenfresser, insofern als bei denselben der Annulus tympanicus ohne Mitbeteiligung der Schuppe einen vollständigen geschlossenen Ring bildet (Cuvier).

Eine **vordere Wand** (Paries carotica, paroi tubo-carotidienne) existiert nur in der unteren Hälfte der Paukenhöhle. Sie ist etwa 4 mm hoch und schmal und enthält meistens eine Anzahl von radiär gestellten niedrigen pneumatischen Zellen. Die obere Hälfte der Paukenhöhle wird nach vorn begrenzt durch das dreieckige, ca. 4,5 mm hohe Ostium tympanicum tubae, dessen Boden in der Regel ebenfalls pneumatisiert ist. Tubenboden und vordere Paukenhöhlenwand treffen sich in einem stumpfen, abgerundeten, höchst selten in einem rechten Winkel. Als Seltenheit kann die Vorderwand außer von den Canaliculi carotico-tympanici auch von größeren Dehiscenzen gegen den angrenzenden Carotiskanal durchsetzt sein, ein Verhältnis, welches

die Regel bildet bei den Affen, deren Paukenhöhle vom Carotiskanal durchzogen wird.

Nach Körner und Gruber ist beim Vorkommen solcher Lücken die Möglichkeit vorhanden, daß bei Paracentese der Paukenhöhle durch den vordern Trommelfellabschnitt die Carotis verletzt wird.

Die **untere Wand** der Paukenhöhle, Paukenhöhlenboden (Paries jugularis, plancher de la caisse, paroi jugulaire) geht allmählich und kontinuierlich über sowohl in die vordere als in die hintere Wand. Der untere Umfang des Trommelfells überragt den Paukenhöhlenboden nach den an Korrosionsapparaten gewonnenen Messungsresultaten Bezold's um 0,75—4,5 mm, im Mittel 2,7 mm. Es kann also das Niveau einer Flüssigkeitsansammlung in der Paukenhöhle unter Umständen bis $^1/_2$ cm hoch steigen, ehe sie in den Bereich der Trommelfellfläche gelangt (Kellerraum Grunert, Recessus hypotympanicus Kretschmann). — An der unteren Fläche des knöchernen Paukenhöhlenbodens befindet sich in der Regel die laterale Partie der Fossa jugularis mit dem Bulbus jugularis. Die Lage des letzteren wechselt indessen derart beträchtlich, daß er in einem Fall so weit medialwärts und nach hinten gerückt sein kann, daß er dem Boden der Paukenhöhle nicht mehr anliegt, in einem anderen Fall aber vollständig unter denselben hinuntergeschoben erscheint. Auch was die Größe der Fossa resp. des Bulbus jugularis anbelangt, ergeben sich wesentliche Verschiedenheiten; wie Rüdinger gezeigt hat, ist der rechte Bulbus, da er der Hauptmasse des Sinus sagittalis superior als Abzugsweg dient, regelmäßig größer als der linke, so daß rechterseits der Paukenhöhlenboden dem Bulbus näher liegt als linkerseits. Körner hat an einer großen Zahl von Schädeln konstatiert, daß das von Rüdinger beschriebene Verhältnis bei 58,8 Proz. zutrifft, daß in 24,3 Proz. aber die linke Fossa jugularis tiefer ist als die rechte, und daß bei 16,9 Proz. kein Unterschied besteht zwischen den beiden Seiten. Bei diesen Untersuchungen fanden sich Lücken zwischen Paukenhöhle und Bulbus jugularis in 6,7 Proz. und zwar rechts beinahe 2 mal mehr als links (11 : 4). Ein großer Bulbus flacht den Paukenhöhlenboden ab oder wölbt ihn gegen das Cavum tympani hinein. Es kann sogar der Zugang zur Nische des Schneckenfensters dadurch von unten her eine Einengung erleiden. Kleine Dehiscenzen sind in diesen Fällen nicht selten, ausnahmsweise kann die Jugularis in großer Ausdehnung frei unter der Schleimhaut liegen und so weit in die Paukenhöhle hinaufragen, das Verletzungen derselben bei Trommelfellparacentesen, welche zu therapeutischen Zwecken unternommen wurden, zu wiederholten Malen beobachtet worden sind. Auch indirekt können am macerierten Knochen die Paukenhöhle und die Fossa jugularis unter sich frei kommunizieren, nämlich dann, wenn die pneumatischen Zellen der Zwischenwand nach beiden Seiten hin — sowohl nach der Paukenhöhle als nach der Fossa jugularis — offen sind.

Der Boden der Paukenhöhle ist nämlich in der Regel pneumatisch; die Zellen sind einfach flaschen- oder cylinderförmig, selten verzweigt; sie zeigen ganz die nämliche radiäre Anordnung wie die angrenzenden **Zellen** der Vorderwand und des Bodens der Tubenöffnung (Fig 38). Bei sklerotischem, schwerem Bau des gesamten Skeletes

und bei starker Entwickelung des Bulbus fehlen sie häufig. Bei tiefer und medialer Lage des Bulbus jugularis sind sie dagegen stärker entwickelt und können sich dann teils an die Wand des Sinus petrosus

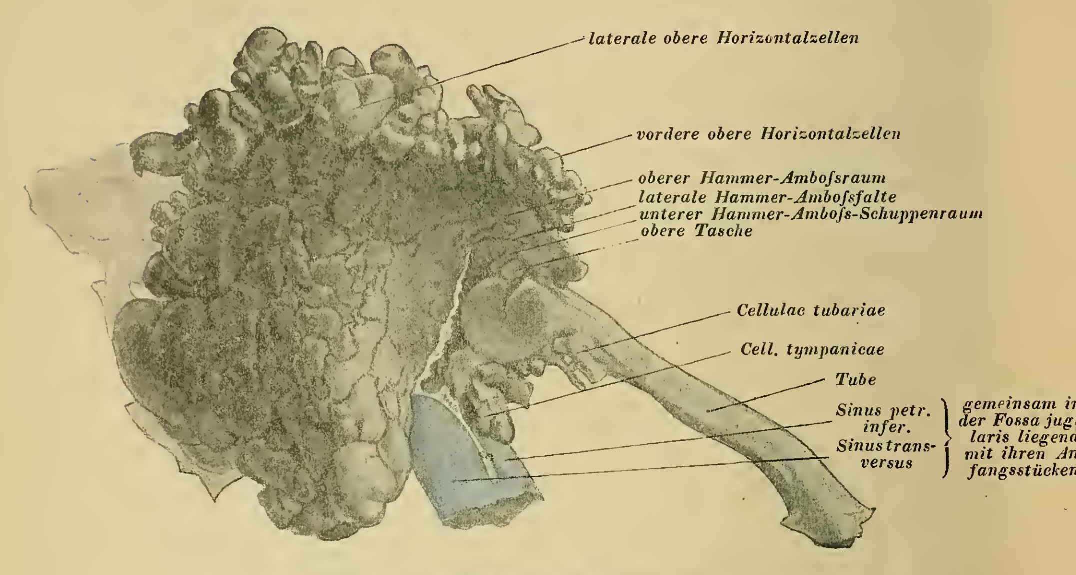


Fig. 38. Trockenkorrosionspräparat des Mittelohres (von der lateralen Seite).



Fig. 39. Mittelohrausguß (Weichteilkorrosion) von der medialen Seite gesehen. Stark entwickelte, bis an die Wand des Carotiskanals reichende Zellen des Paukenhöhlenbodens (*a*). An der hinteren Wand der Paukenhöhle eine isolierte Zelle (*b*), vor und über derselben erblickt man im Ausguß eine dunkle, dem Stapes entsprechende Querspalte (*c*). In der Spitze (*d*) und in der hinteren Partie des Warzenfortsatzes (*f*) mehrere größere Terminalzellen.

inferior anlegen, teils unter der Schnecke durch und am Carotiskanal dicht vorüber in die Pyramidenspitze hinein sich erstrecken (Fig. 39 und 40). Für die Entstehung von Knocheneiterungen an letzterer Stelle oder von einer im Gefolge von Mittelohreiterung aufgetretenen Phlebitis des Sinus petrosus inferior ist daher ganz besonders auch dieser Zellenkomplex in Berücksichtigung zu ziehen. — Durch den Boden der Paukenhöhle tritt der Nervus tympanicus mit den gleichnamigen Arterien und Venen, der hinteren Wand der Fossa jugularis entlang an die untere Fläche der Schädelbasis hinunter.

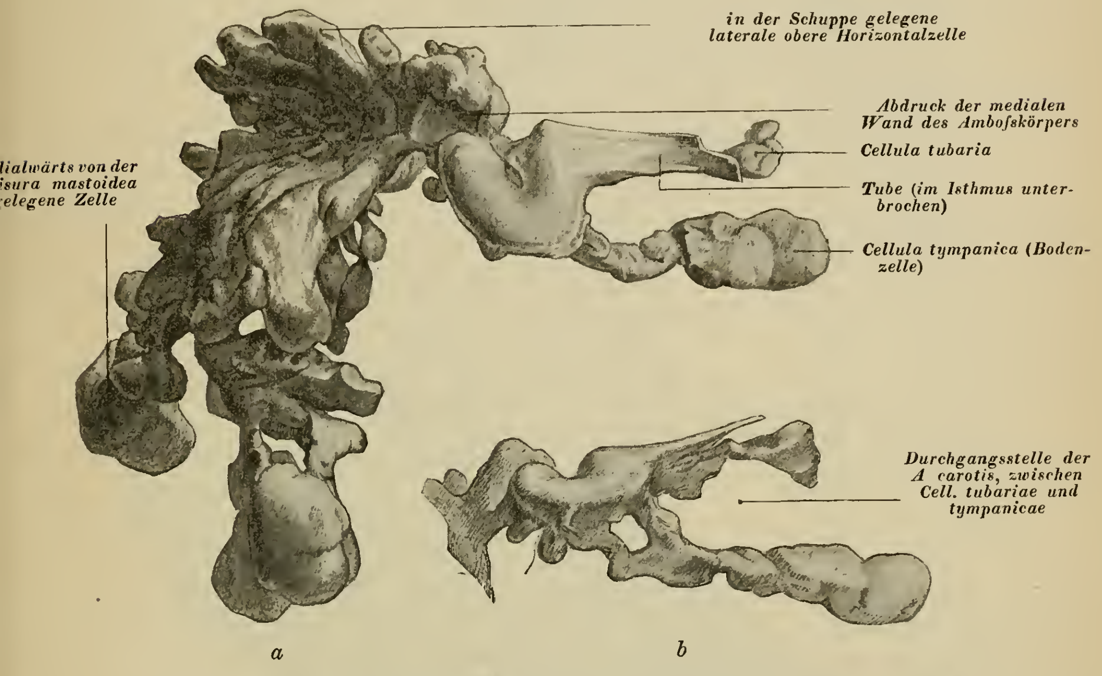


Fig. 40. Weichteilausguß des Mittelohres (von der lateralen Seite). *a* Große Cell. tympanica, unter der Schnecke durch nach der Spitze des Felsenbeines hinlaufend und die Carotis medialwärts und von unten durchgreifend. *b* Das nämliche Präparat. Paukenhöhle, von unten dargestellt, um den doppelten Ursprung der großen Bodenzelle zu zeigen.

Die **hintere** Paukenhöhlenwand (Paries mastoidea, paroi mastoidienne), welche im Groben ebenfalls den Abschnitt eines Cylindermantels darstellt, erhebt sich ohne jegliche Abgrenzung bogenförmig aus der unteren Wand. Am oberen Abschnitt der hinteren Wand findet sich regelmäßig eine kleine, zackig geränderte Ausbuchtung, in welcher ein Komplex von pneumatischen Zellen mündet (Sinus posterior Schwalbe). Von unten wird dieses Loch begrenzt durch eine Querleiste, welche medialwärts übergeht in die kegelförmig vorspringende knöcherne Umhüllung des Steigbügelmuskels — die Eminentia pyramidalis stapedii — und an deren lateralem Ende sich die Paukenhöhlenöffnung des zum Canalis facialis hinuntersteigenden knöchernen Chordakanälchens befindet. Direkt unterhalb dieser kleinen Quer-

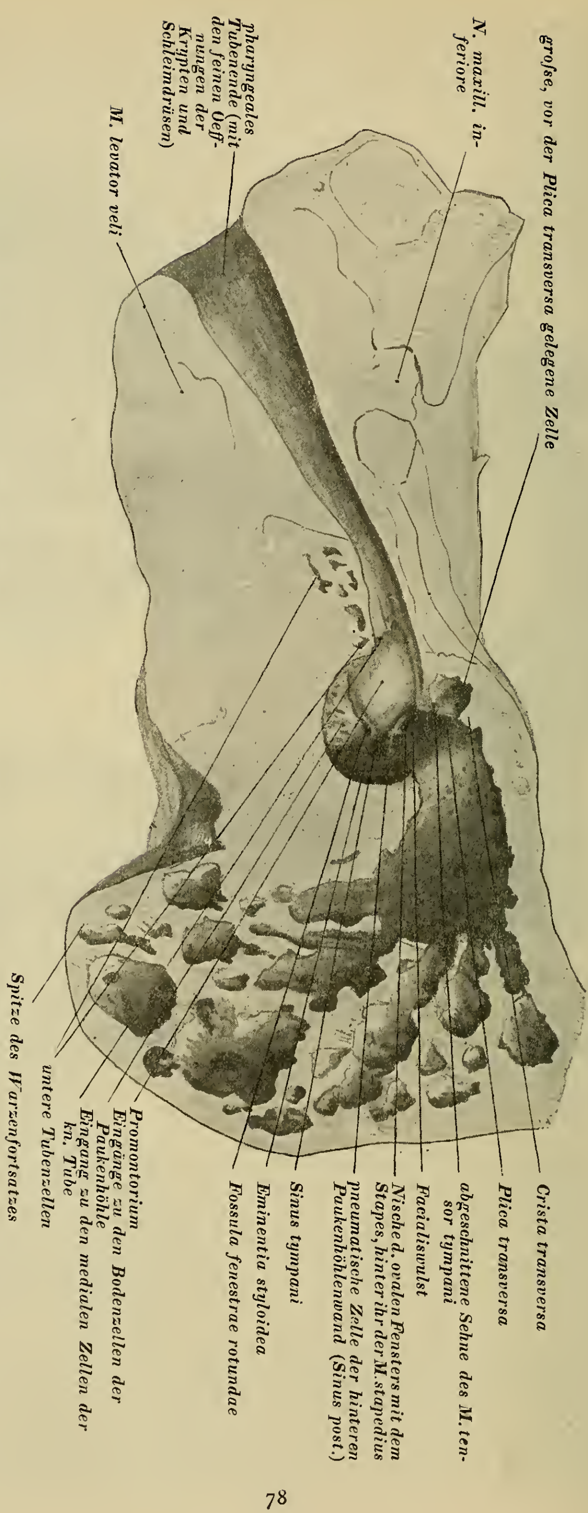


Fig. 41. Das Mittelohr, in der ganzen Länge durch einen Sägeschnitt von unten geöffnet (Terpentin-Trockenpräparat).

leiste liegt an der hinteren Paukenhöhlenwand die mehr oder weniger entwickelte flache Protuberanz des oberen Endes des Proc. styloides (Eminentia styloidea Politzer). Sie ist elfenbeinhart, glatt und ohne pneumatische Zellen. In der Tiefe der hinteren Wand läuft hinter der Eminentia stapedii der Facialiskanal hinunter. Derselbe ist von einem nach abwärts immer dicker werdenden, kompakten Knochenmantel umgeben. Durch Gefäß- und Nervenkanäle steht er an verschiedenen Stellen in Verbindung mit der Paukenhöhle und mit dem Warzenfortsatz.

Die **mediale Wand** der Paukenhöhle (Paries labyrinthica, Labyrinthwand, innere Wand, paroi labyrinthique) scheidet die Paukenhöhle vom Labyrinth und hält gleichzeitig beide im Kontakt durch die Labyrinthfenster. — Die Mitte der medialen Paukenhöhlenwand wird eingenommen vom Promontorium, einem rautenförmigen, ca. 8 mm breiten und ca. 6 mm hohen Feld, welches flach vorgewölbt ist und welches die laterale Wand bildet für das Endstück der basalen Schneckenwindung. Es besitzt eine ziemlich glatte Oberfläche und besteht aus kompaktem Knochen. Die 4 Seiten des Promontoriums sind nach vorn-oben, vorn-hinten, hinten-oben und hinten-unten gerichtet. Die vordere obere Seite geht ohne Grenze und flach in die mediale Tubenwand über, mit welcher sie in der nämlichen

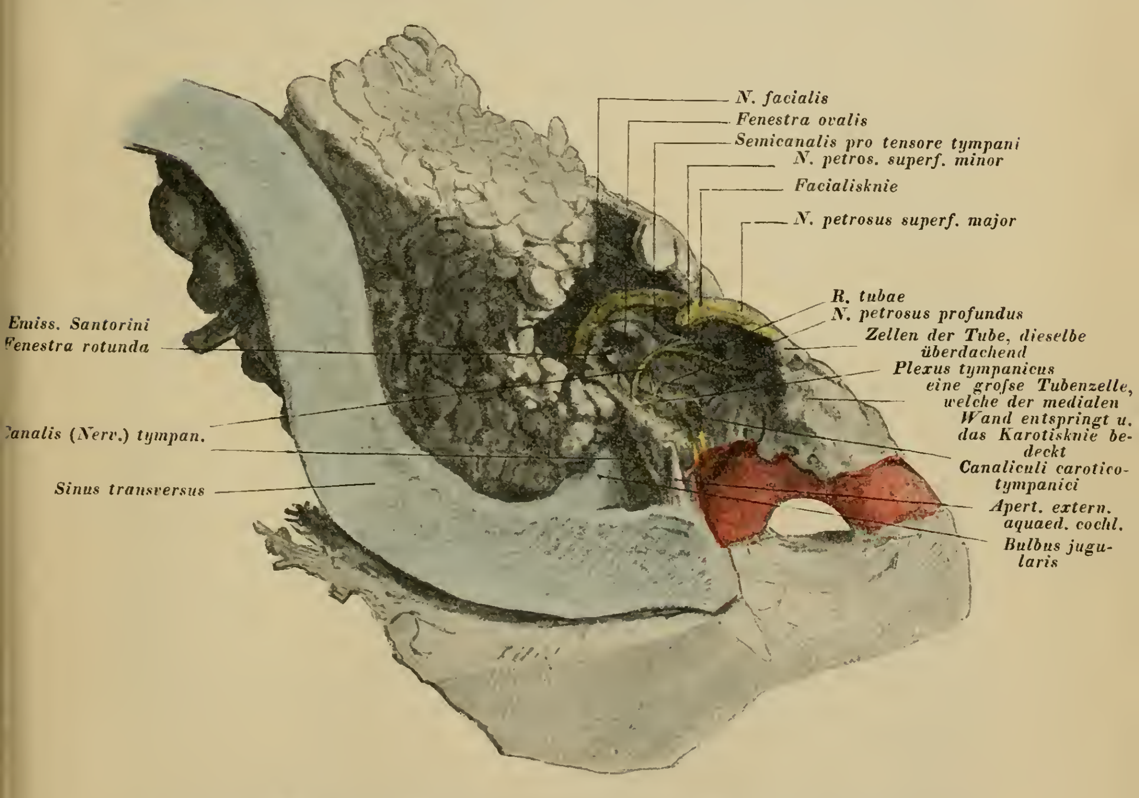


Fig. 42. Mediale Paukenhöhlenwand eines Knochenkorrosionspräparates, durch Wegnahme des Labyrinthes freigelegt.

Flucht liegt; auf den anderen 3 Seiten fällt das Promontorium bald steiler, bald flacher ab. Die vordere untere Seite liegt auf dem Paukenhöhlenboden auf, in der hinteren unteren befindet sich die dreieckige Oeffnung zur Nische des Schneckenfensters; die hintere obere Seite bildet den unteren Umfang der Vorhoffenster-Nische (Fossula fenestrae ovalis s. vestibuli, Pelvis ovalis).

Von den 4 Ecken des Promontoriums umfassen die beiden hinteren den Eingang zur Fossula fenestrae rotundae s. cochleae, und zwar bildet ein Teil der hinteren oberen Ecke den medialen Pfeiler derselben (Subiculum promontorii), während die hintere untere Ecke den Nischeneingang lateralwärts begrenzt. Ueber das Promontorium ziehen sich in Furchen, welche stellenweise Kanalform annehmen, von verschiedenen Seiten her eine Anzahl von Nerven: vom Nervus glossopharyngeus senkrecht aufwärts steigt der Nervus tympanicus, vom Carotiskanal treten die Rami caroticotympanici heran; der aus dem Ganglion oticum stammende Nervus petrosus profundus minor kommt vom Tubenostium her, während der Nervus petrosus superf. minor vom Tegmen heruntersteigt. — Alle diese Nerven treffen hier zusammen und verflechten sich auf dem Promontorium zum Plexus tympanicus; mit den Nerven verlaufen gleichzeitig auch Gefäße in den betreffenden Kanälen. — Der stärkste dieser (Halb-)Kanäle, welcher dem Nervus tympanicus entspricht, heißt Sulcus sive Canalis tympanicus Jacobsonii. Die hintere obere Ecke des Promontoriums verlängert sich rückwärts, wenigstens beim Neugeborenen, in zwei Knochenleistchen. Das eine zieht, wie schon erwähnt, schräg abwärts und bildet hier den medialen Umfang des Eingangs zur runden (oder Schnecken-) Fensternische; das andere verläuft mehr horizontal oder etwas nach hinten-oben auf die Eminentia stapedii zu und repräsentiert auf dieser Strecke den hinteren unteren Rand der Vorhof-Fensternische. Zwischen diesen beiden Leistchen liegt ein kleines Grübchen (Sinus tympani STEINBRÜGGE) (Fig. 41), welches hinten seinen Abschluß findet durch die Eminentia stapedii, und dessen Tiefe bedeutend variiert. Ausnahmsweise kann sich der Sinus tympani medialwärts bis in die Nähe des ampullären Schenkels des hinteren Bogenganges erstrecken. Am Felsenbein des Erwachsenen ist dieses Grübchen nicht mehr derart ausgesprochen, indem sowohl sein Grund als auch die untere Grenzleiste häufig allmählich pneumatisiert und verflacht wird und dann durch ein Gewebe von Knochenbälkchen ersetzt werden kann, wie es den angrenzenden Partien der Hinterwand und des Paukenhöhlenbodens eigen ist. Die Oeffnung der Schneckenfensternische (Fossula fenestrae rotundae, s. fenestrae cochleae [Nomenclatur], s. fenestrae triquetrae, s. Canaliculus fenestrae rotundae) ist direkt gegen die Hinterwand der Paukenhöhle gerichtet; ihr Rahmen ist oval oder bildet ein Dreieck, dessen Basis gegen den Paukenhöhlenboden gerichtet ist und bei Hochstand derselben in ihm selbst liegt. Die Fossula zieht als eine enge Röhre, 1—2 mm weit, schräg nach oben-innen und vorn und findet hier, vom Promontorium gedeckt, ihren Abschluß in der Fenstermembran (Membrana tympani secundaria).

Der Hohlraum der Fossula hat meistens die Gestalt eines dreiseitigen Prismas mit abgerundeten Längskanten. Die eine Grundfläche des Prismas entspricht dem Eingang zur Fossula, die andere

nach der Schnecke zu gerichtete Endfläche wird durch die Fenestra cochleae gebildet. Von den 3 Seiten liegt die eine medial (Subiculum), die zweite lateral (Promontorium), die dritte nach oben gerichtet (unterer Umfang der Fossula fenestrae vestibuli). Die innere (mediale) Wand der Fossula ist am längsten, die laterale am kürzesten. In der lateralen Kante münden öfters einige kleinere, selten ein großer pneumatischer Hohlraum. Die Fenstermembran bildet den vorderen oberen Abschluß der Fossula fenestrae cochleae und gleichzeitig ein Stück der tympanalen Skalenwand. Die laterale Wand geht allmählich, d. h. in sehr stumpfem Winkel, in die Fenstermembran über, etwa wie die hintere obere Gehörgangswand in das Trommelfell übergeht; andererseits bilden die Fenstermembran und die mediale Nischenwand zusammen einen ähnlichen keilförmigen Recessus wie die vordere untere Gehörgangswand mit dem Trommelfell. — Der Rahmen des runden Fensters hat die Form einer Niere, deren Konkavität nach innen, deren konvexer Rand nach außen gerichtet ist und welche

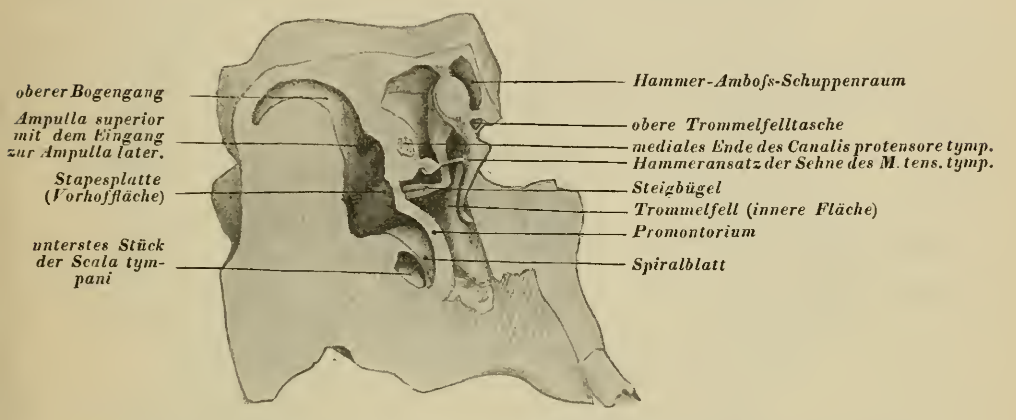


Fig. 43. Linke Paukenhöhle und Aditus von vorn; unterster Abschnitt der Schnecke, Vestibulum und oberer Bogengang durch einen mit letzterem zusammenfallende sagittalen Schnitt eröffnet. Das membranöse Labyrinth fehlt in dem (Trocken-)Präparat.

an dem einen kleineren Ende bedeutend spitzer zuläuft als an dem anderen größeren Ende. Dieses spitze Ende ist nach hinten d. h. nach dem Vestibulum zu gerichtet und entspricht gleichzeitig dem vestibularen Ende des Spiralblattes. Sein Rand liegt hier unmittelbar unter und in der Insertionslinie der bogenförmig an dieser Stelle zusammenfließenden knöchernen Laminae spirales primaria und secundaria. Nach vorn zu entfernt sich der Fensterrand allmählich immer mehr von der Insertionslinie der Laminae spirales. Das abgerundetere breitere Ende des Fensterumfangs ist nach vorn d. h. nach der Paukenhöhle zu gerichtet; der vordere Rand wird gebildet durch ein mehr oder weniger ausgesprochenes, von der Anheftungsstelle (Wurzel) der Lamina spiralis ossea primaria hinuntersteigendes Knochenleistchen, der Crista semilunaris. Dasselbe läuft quer bis in die Mitte der unteren Schneckenwand und bildet zugleich die hintere Grenze der grubenförmigen inneren Apertur des Aquaeductus cochleae. Die Fenstermembran umschließt mit der Spiralmembran einen sehr

spitzen, nach vorn offenen Winkel, so daß die beiden in ihrer hinteren Hälfte nur durch eine schmale, lateralwärts sich verbreiternde Spalte getrennt sind. Die Fenstermembran liegt, im Groben betrachtet, annähernd horizontal; genauer genommen, wölbt sie sich in anteroposterioren Durchmesser gegen das Schneckenlumen hinein vor, während ihre sagittalen Durchmesser gerade Linien bilden. Sie repräsentiert also einen Ausschnitt aus dem Mantel eines Cylinders, dessen Achse medial-lateralwärts gerichtet ist; die Fenstermembran muß man sich aus der nach oben gerichteten Fläche dieses Cylindermantels genommen denken. Nur im vordersten Teil derselben zeigt die Innenfläche der Fenstermembran noch eine zweite, wenn auch viel schwächer ausgesprochene Konkavität in dem kurzen (lateral-medialwärts gerichteten) Durchmesser. — Die erste Krümmung entspricht derjenigen des Spiralblattes an dieser Stelle der Schnecke,

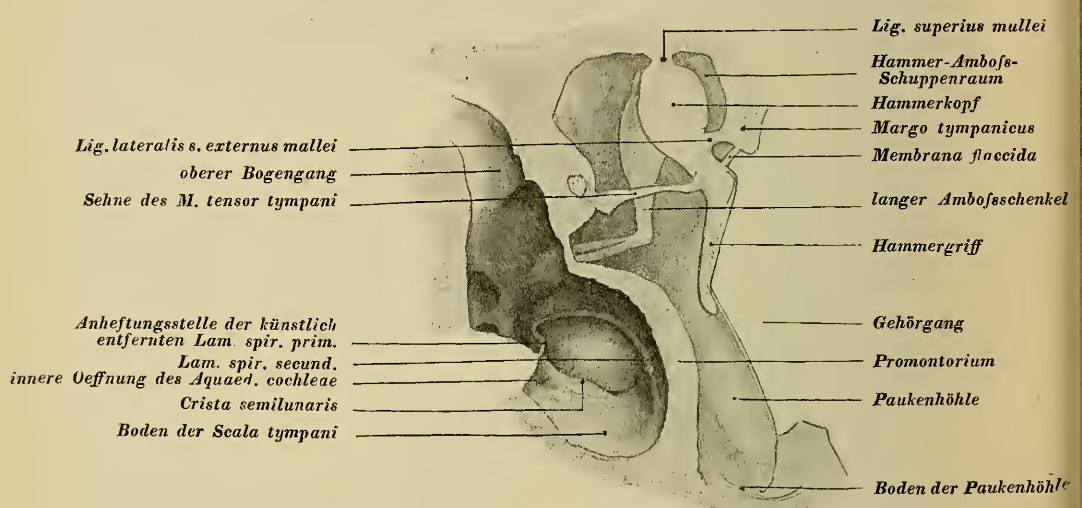


Fig. 44. Eine Partie der vorigen Figur auf das Doppelte vergrößert. Im Präparat ist dagegen die Lamina spiralis weggebrochen, um die darunter befindliche, dem Boden der Scala tympani angehörende Fenestra rotunda s. cochleae freizulegen. In der Abbildung zieht der auf den erklärenden Text hinweisende Strich der Lamina spir. secundaria quer durch die breite, hell reflektierende Fläche der Fenestra rotunda.

während die letztere eine bloße Fortsetzung der gewöhnlichen Wandkrümmung darstellt. In der Substantia propria der Fenstermembran liegt ein von Gruber und Bezold beschriebener derber, fibröser, dendritisch verzweigter und Maschen bildender Faserzug. Die innere Auskleidung besteht aus den nämlichen Endothelzellen, wie sie die ganze untere tympanale Skalenwand bedecken. Der äußere Ueberzug wird durch die hier ein reiches Kapillarnetz enthaltende Mucosa der Paukenhöhlenschleimhaut gebildet. Von der Paukenhöhle her erstreckt sich eine kräftige Arterie in die Fossula hinein; nach hinten-innen führen in relativ weiten Knochenkanälen eine oder mehr Venen zum Canalis access. aquaed. cochleae. — Von der tympanalen Fläche der Fenstermembran ziehen in der Regel, als Ueberreste des fötalen submukösen Paukenhöhlenpolsters, breite, aber lockere Gewebestränge in die Fossula hinein. Dieselben inserieren sich hauptsächlich am



Fig. 45. Zur Längsachse der Tube senkrecht orientierter Schnitt durch die beiden Labyrinthfenster.

Boden und an der medialen Wand derselben und bilden teils halbmondförmig in ihr Lumen hineinspringende Querfalten, teils führen sie zu einem wirklichen vollständigen Abschluß der Fossula, so daß auch an der Leiche die Untersuchung dieser Partien wesentlich erschwert wird; ihre Fortsetzung auf die Fenstermembran selbst bildet die oben beschriebene dendritische Faserfigur.

Das ovale oder Vorhoffenster (Fenestra vestibuli der Nomenklatur, s. ovalis, s. semiovalis) liegt an der oberen hinteren Grenze der Paukenhöhle. Der obere Rand ist konkav, der untere schwach konvex; man hat deshalb seine Form nicht unpassend verglichen mit derjenigen einer Bohne oder noch besser der Planta pedis (die Fußspitze nach vorn gerichtet). Der Längsdurchmesser des Vorhoffensters beträgt 3 mm, er verläuft schwach geneigt von vorn-oben nach hinten-unten. Die größte Breite des Fensters mißt $1^1/_2$ mm. Die Fensteröffnung, deren Rand einen Ueberzug hyalinen Knorpels besitzt, wird eingenommen und beinahe ganz ausgefüllt durch die Steigbügelplatte. Die Art und Weise der Stapesbefestigung soll weiter unten noch eingehender besprochen werden im Abschnitt über die Gehörknöchelchen. Es möge hier bloß noch die Bemerkung wiederholt werden, daß nach dem Entfernen des Trommelfells, ausnahmsweise aber auch durch letzteres hindurchschimmernd, der Stapes resp. sein Köpfchen und die Sehne seines Muskels beim Lebenden gesehen werden kann. Indessen bildet dies nicht die Regel, da häufig der obere knöcherne Margo tympanicus so weit hinunter reicht, daß beim Blick durch den Gehörgang der Steigbügel mit dem ovalen Fenster hinter ihm verborgen bleibt. Unmittelbar über der hinteren Hälfte des Vorhoffensters verläuft der Facialiskanal als flacher Wulst. Eine kleine Dehiscenz seines kompakten Knochenmantels fehlt an dieser Stelle selten. Ueber der vorderen Hälfte tritt die Sehne des Musc. tensor tympani vom Processus cochleariformis frei in die Paukenhöhle.

Die **obere Wand** (Paries tegmentalis, Tegmen tympani, paroi crânienne, voûte du tympan) bildet gleichzeitig einen Teil des Bodens der mittleren Schädelgrube. Sie verläuft nicht horizontal, sondern steigt als direkte Fortsetzung der oberen Tubenwand von vorn-unten nach hinten-oben. Sie wird gebildet durch eine breitere mediale, dem Felsenbeine angehörende Partie; eine schmälere laterale, von der Schuppe ihr entgegentretende Knochentafel beteiligt sich beim Erwachsenen nur höchst unbedeutend an der Bildung der oberen Paukenhöhlenwand, obwohl das Felsenbein hier über die Schuppe sich mit seinem Rande derart hinüberschiebt, daß die von beiden gebildete Sutura petrosquamosa auf der oberen, der Schädelgrube zugewandten Fläche weiter lateralwärts liegt als auf der unteren, der Paukenhöhle entsprechenden Fläche. Das Tegmen bildet oft eine sehr dünne Tafel; meistens enthält sie aber zahlreiche kleine, einfache niedrige, von oben flachgedrückte, pneumatische Zellen, welche einzeln direkt nach der Paukenhöhle hin ausmünden. Lücken von größerer und kleinerer Ausdehnung finden sich im knöchernen Dach nicht selten; in diesen Fällen liegt auf der unteren Fläche der Dura direkt die Mucosa der pneumatischen Zellen oder der Paukenhöhle selbst. Ueber dem vorderen Ende der Fossula fenestrae vestibuli tritt der Trommelfellspanner mit seiner Sehne unter der Plica transversa rechtwinklig von der medialen Wand an das Trommelfell hinüber.

Hier endigt zugleich auch das Dach der Paukenhöhle und beginnt der Eingang zum Aditus s. Recessus epitympanicus.

III. Aditus (ad antrum.)

Recessus epitympanicus der Nomenklatur, Epitympanum, Kuppelraum.

Der Raum, welcher über der hinteren Hälfte der eigentlichen Paukenhöhle liegt und von ihr abgegrenzt wird (vergl. Fig. 46) lateralwärts durch das Axenband des Hammer-Amboßgelenkes, medialwärts durch den Facialiswulst, wird zwar von der Mehrzahl der Autoren noch zur Paukenhöhle gerechnet, immerhin aber auch in diesem Falle als ein besonderer Teil derselben behandelt. Als Aditus führt ihn Tröltsch, dann Eysell und Schwartze an. Schärfer getrennt und allseitig abgegrenzt hat ihn erst Bezold.

Die Amerikaner nennen den Recessus epitympanicus neuerdings Attic, eine Bezeichnung, welche in der Architektur gebraucht wird für ein kleines Stockwerk — ein Halbgeschoß — im oberen Teil des Hauses, auch für eine Dachstube und Bodenkammer. Im Französischen kommt das Wort als „attique" in der nämlichen Bedeutung vor. Für uns Deutschsprechende mangelt jeder Grund, diesen Ausdruck — wie es in letzter Zeit vielfach geschieht — zu latinisieren, ihn in dieser barbarischen Gestalt als „Atticus" ins Deutsche hinüberzunehmen und ihn an Stelle des älteren, wohl eingebürgerten, selbst von französischen Autoren, z. B. Poirier, acceptierten und den wirklichen Verhältnissen besser entsprechenden Wortes Aditus zu setzen. — Letztere Bemerkung gilt auch bezüglich der von der Nomenklaturkommission gewählten neueren und schwerfälligeren Benennung Recessus epitympanicus. Recessus dürften wir eigentlich einen solchen auf beiden Seiten offenen Uebergangsraum von rechtswegen überhaupt nicht bezeichnen, da ersterer Ausdruck bloß für eine grubenförmige Vertiefung mit abgeschlossenem Grunde gebräuchlich ist. Eine neue Verwirrung ist noch dadurch geschaffen worden, daß Kretschmann (und nach ihm eine Reihe von Autoren) unter dem Aditus nicht mehr den Raum selbst verstehen, sondern seine vordere untere Eingangsöffnung — mithin eine Ebene, welche sich dieselben durch die Grenzlinien zwischen Aditus und Paukenhöhle gelegt denken.

Zu einer Abtrennung des Aditus von der Paukenhöhle berechtigt vor allem das verschiedene klinische Verhalten dieser beiden Räume, dann aber auch die embryonale Entwickelung des ersteren, welcher bis gegen das Ende des fötalen Lebens hin außerhalb des von Schleimhaut umgrenzten Cavum tubotympanale sich befindet. Zudem liegen im Aditus die Hauptmassen der Gehörknöchelchen, sowie eine Anzahl von Schleimhautfalten und Bändern, welche in ihrer Gesamtheit zwischen den viel einfacher gebauten, freien Raum der Paukenhöhle einerseits und demjenigen des Antrum andererseits eingeschoben sind und diese beiden mehr oder weniger unvollkommen trennen.

Form und Wände[1]. Die Form des Aditus (Kuppelraumes) ist die eines dreiseitigen Prismas, dessen eine Seite nach außen oben,

1) Bezügl. der Bezeichnungen medial, lateral, vorn und hinten vergl. die Anmerkung auf S. 245, Mitte.

dessen andere direkt nach oben und dessen dritte medialwärts gerichtet ist. Dementsprechend können wir eine obere mediale, eine obere laterale und eine untere Längskante unterscheiden. Die Längsaxe des Prisma bildet die direkte Fortsetzung der durch die Paukenhöhle hindurch verlängerten Tubenaxe, ist aber leicht gekrümmt in einem nach oben konvexen Bogen. Für die Dimensionen des Aditus giebt Bezold folgende Zahlen: Querdurchmesser (hinter dem Hammerkopf) 5,25—8,0 mm, im Mittel 6,57, Höhe (Spitze des kurzen Amboßfortsatzes bis zum Tegmen) 5,0—6,25, im Mittel 5,68 mm. Nach vorn wird der Kuppelraum begrenzt 1) durch die Tensorsehne, 2) durch die senkrecht über letzterer liegende und quer unter dem Tegmen durchlaufende Crista transversa, sowie 3) durch einen in der Form und Ausdehnung sehr wechselnden Zug von Schleimhautfalten (Plicae transversae), welche die sub 1 und 2 genannten Gebilde (häufig auch ihre Nachbarschaft) mehr oder weniger vollkommen verbinden zu einer teilweise senkrecht zur Längsachse des Aditus stehenden Coulisse und welche häufig selbst wieder eine Anzahl lufthaltiger Hohlräume enthalten (vergl. unten). Meistens bleibt zwischen Crista transversa und Tensorsehne ein Loch, welches nach vorn mit der Paukenhöhle kommuniziert. Vorn grenzt unmittelbar an die Plica eine große pneumatische und bis ans Tegmen tympani reichende Zelle. Dieselbe gehört nach unserer Einteilung, welche derjenigen Bezold's folgt, der Paukenhöhlenwand an. Indessen ist dieselbe zuweilen auch vom Kuppelraum aus zugänglich und zwar eben durch jenes Loch der Plica transversa hindurch, seltener durch eine Oeffnung in der vorderen Spitze des oberen Hammer-Amboß-Schuppenraumes. Nach hinten geht der Kuppelraum in das Antrum über und zwar ganz allmählich ohne bestimmte Grenze. Will man eine solche trotzdem sich konstruieren, so würde das wohl am passendsten geschehen durch eine Ebene, welche man sich senkrecht zur Längsaxe des Aditus durch das hintere Ende des kurzen Amboßfortsatzes gelegt denken müßte.

Was wir bei der Bildung des Tegmen tympani gesehen, wiederholt sich auch beim **Dache** des Kuppelraumes: der größere, mediale Teil gehört der Pars petrosa, der schmälere laterale der Pars squamosa an. Die Trennungslinie zwischen beiden, die Sutura petrosquamosa, zieht beim Erwachsenen nicht über die Mitte des Tegmen, sondern mehr lateralwärts; sie verläuft im äußeren oberen Winkel. Ein Fortsatz der Dura, welcher gefäßhaltig ist und sich durch diese Sutur zum Aditus und zu der Paukenhöhle hinzieht, hat insofern klinische Wichtigkeit, als auf diesem Wege Eiterungen der Mittelohrräume sich in die mittlere Schädelgrube fortpflanzen können, ein Ereignis, welches indessen relativ selten eintritt. Der vordere Teil des Tegmen aditus läuft in der nämlichen Flucht, wie das Dach der Paukenhöhle und der knöchernen Tube, nur im hinteren Teil wird er mehr horizontal. Auch die Art der Pneumatisierung des Tegmen aditus ist ähnlich wie im Tegmen tympani: d. h. es finden sich meistens zahlreiche platte kleinere Zellen; nur im oberen äußeren Winkel des Kuppelraumes sind diese Hohlräume kräftiger, länger und öfter auch verzweigt. In letzterem Falle erstrecken sie sich in der Schuppe über das Dach des knöchernen Gehörganges weg bis an den Processus zygomaticus heran und können sogar eine kurze Strecke sich in letzteren hineinsenken. Bei allgemein derbem, schwerem Knochenbau mit Vorwiegen der Compacta

finde ich dagegen auch die obere Paukenhöhlenwand dick und wenig pneumatisiert. Wenn die Compacta der Schädelknochen schwach und die Pneumatisierung stark entwickelt ist, scheinen die Luftzellen des Tegmen, nach Abziehen der Dura, als dunkle Stellen durch die dünne Schicht kompakten Knochens hindurch; in letzterem Falle finden sich nicht selten sogar kleinere Dehiscenzen, so daß an diesen Stellen die Mucosa der Paukenhöhle in direkte Berührung tritt mit der Dura der **mittleren** Schädelgrube.

Die Frage nach der Entstehung dieser Dehiscenzen ist schon in sehr verschiedener Weise beantwortet worden: Gravidität (Hyrtl), forciertes Schneuzen (Hyrtl und Tröltsch), Druck der Pacchioni'schen Granulation (Luschka), kongenitale Ursachen (Schwartze und Jänicke), Druck des Hirns (Flesch und Bürkner) sind als Ursachen der betreffenden Resorptionsvorgänge angeführt worden. Körner traf die Lücken im Dache der Paukenhöle vorzugsweise bei Brachycephalen an (Archiv f. Ohrenheilkunde, Bd. 28, S. 169). Wie schon erwähnt, finde ich, daß die Pneumatisierung des Schläfenbeins in umgekehrtem Verhältnis steht zu dem Maße, in welchem sich die Compacta überhaupt an der Bildung des Körperskeletes beteiligt. Wo schwere, dickwandige, feste Röhrenknochen vorhanden sind, treffen wir gewöhnlich auch wenig pueumatisierte dicke schwere Schädelkochen; umgekehrt sehen wir bei relativ leichtem Bau der Extremitätenknochen auch die Schädelknochen arm an Compacta und reich an pneumatischen Zellen. Die Lücken am knöchernen Tegmen sind nichts mehr und nicht weniger als der Ausdruck einer excessiven physiologischen Pneumatisierung, wie solche in ähnlicher Weise an anderen Stellen des Warzenteiles, sowie — wenn auch seltener — an dem pneumatischen Nebenhöhlensystem der Nase sich findet.

Die Bedeutung dieser Dehiscenzen für die Ueberleitung eiteriger Mittelohrprozesse auf die Dura der mittleren Schädelgrube ist ohne Zweifel überschätzt worden. In Wirklichkeit kommt ein Ueberspringen der akuten Mittelohreiterung auf die Schädelhöhle selten vor. Es hat dies seinen Grund wohl darin, daß in der Regel die Zellen des Tegmen niedrig, klein sind und relativ weite Oeffnungen besitzen; ihr eiteriger Inhalt findet daher sowohl für den Abfluß als für die Resorption ungleich günstigere Verhältnisse. als dies in den großen Zellen des Warzenteiles der Fall ist. Eine Ausnahme machen allerdings, wie schon erwähnt, die im oberen äußeren Winkel des Aditus entspringenden Zellen der Schuppe, welche ausnahmsweise zu mächtigen Hohlräumen anwachsen können und welche in diesem Falle, oft mit Buchten versehen oder nur durch eine papierdünne Knochenschicht von der Dura getrennt, in der hinteren lateralnn Gegend des Bodens der mittleren Schädelgrube, zum Teil auch in deren Seitenwand liegen. — Man muß in der klinischen Deutung von Sektionsbefunden, wo eiterige Meningitis und akute Mittelohreiterung nebeneinander gefunden werden, recht vorsichtig sein. Der Schluß, daß die Meningitis die Folge einer akuten Mittelohreiterung sei, ist nur dann gestattes, wenn das Verhalten der Dura über dem Tegmen unzweifelhaft für ein solches Weiterschreiten des Prozesses spricht. Stets ist im Auge zu behalten, daß bei manchen Infektionskrankheiten, namentlich bei Influenza der Erwachsenen, bei katarrhalischer Pneumonie der Kinder, man nebeneinander und gleichzeitig an ganz verschiedenen Orten Entzündungsprozesse auftreten sieht, denen jedes gegenseitige Abhängigkeitsverhältnis abgeht. Von großer Wichtigkeit dagegen ist in dieser Beziehung die atypisch gesteigerte Pneumatisierung des Tegmen, wie sie bei chronischer

Mittelohreiterung mit Cholesteatombildung vorkommt und hier sogar ohne Auftreten von eigentlichen (ulcerativen) cariösen Prozessen direkt zu ausgedehnten Knochendefekten führt.

Ueber das Tegmen laufen vereinzelte, zum Teil recht kräftige Aeste der Meningea media. Ihre Bahn erscheint am Knochen in Form von Halbkanälen, seltener von wirklichen Kanälen. Verletzung derselben bei Operationen kann, falls das Gebiet nicht zum voraus breit bloßgelegt worden ist, zu unangenehmen Blutungen Veranlassung geben.

Die **laterale** (äußere) Wand des Kuppelraumes wird gebildet durch eine Knochentafel, welche als Verlängerung der seitlichen Antrumwand sich zwischen Aditus und innerem Ende des knöchernen Gehörganges hineinschiebt und daselbst der oberen Gehörgangswand sowie der oberen Hälfte der hinteren Gehörgangswand entspricht. Diese Knochentafel — von Walb als Pars ossea bezeichnet — ist in der Regel elfenbeinhart und enthält nur selten pneumatische Zellen. Ihre hintere Grenze ist häufig ganz scharf markiert durch die daselbst beginnenden pneumatischen Zellen der seitlichen Antrumwand (vergl. Fig. 26). An ihrem unteren Rande, welcher durch den Rivini-schen Ausschnitt und außerdem durch eine weitere ca. 2 mm lange, unmittelbar hinter ihr liegende Partie des Margo tympanicus gebildet wird, inseriert sich die Membrana flaccida (Shrapnelli) sowie eine kleine, dem hinteren oberen Umfang entsprechende Partie der Pars tensa. — Nach den oben mitgeteilten Ergebnissen, zu welchen Kretschmann und ich bei den Untersuchungen der an der Shrapnell'schen Membran sich inserierenden Schleimhautfalte des Kuppelbrevis raumes gelangt sind, ist es richtiger, diesen über dem Processus liegenden Teil des Trommelfells zu der seitlichen Wand des Aditus und nicht mehr zu derjenigen der Paukenhöhle zu rechnen. Auch klinische Gründe sprechen für eine solche Abgrenzung, insofern als die auf den Kuppelraum beschränkten Krankheitsprozesse gewöhnlich auch die Membrana flaccida in Mitleidenschaft ziehen. Der Umstand, daß die laterale Adituswand nur selten pneumatisiert ist, erklärt die außerordentliche Resistenzfähigkeit derselben bei dem mit Cholesteatombildung einhergehenden Rarefizierungsprozeß, indem dabei meistens nur eine Erweiterung des Rivini'schen Ausschnittes, der dünnsten Partie dieser kräftigen Knochentafel, eintritt, und nur ausnahmsweise die ganze obere Partie der hinteren Gehörgangswand allmählich zum Schwund gebracht wird.

Ueber der Spina tympanica posterior und direkt unter dem Tegmen liegt das rinnenförmige Anfangsstück der Fissura Glaseri, welche unmittelbar nach außen vom Trommelfellfalz sich gegen die Fossa glenoidalis hinabsenkt und durch welche die Chorda tympani, die Art. tympanica anterior sowie ein Teil des Ligamentum anterius verlaufen. Beim Neugeborenen liegt auch noch der vordere Teil des langen Fortsatzes in der Glaser'schen Spalte. Der Eingang zu dieser Fissur liegt nach dem Gesagten auf der Grenze zwischen der lateralen Wand des Aditus und derjenigen der Paukenhöhle.

Die **mediale** Wand des Kuppelraumes wird gebildet durch kompakten, der Labyrinthkapsel angehörenden Knochen. Seine Oberfläche springt als ein breiter, gleichmäßiger Wulst, welcher sowohl gegen das ovale Fenster als gegen das Antrum hin sich allmählich

abflacht, in den Aditus vor. Die Verlaufsrichtung dieses Wulstes bildet einen flachen, nach außen und oben konvexen Bogen. Auf seiner unteren Abdachung gegen das Vorhoffenster liegt ein zweiter scheinbar in gleicher Richtung verlaufender, aber niedriger Wulst — der Facialiswulst. In letzterem verläuft der Facialis, während in ersterem der ampullare Schenkel des lateralen Bogenganges steckt. Der über und hinter dem Vorhoffenster liegende Teil des Bogengangwulstes enthält die Ampulle des äußeren und oberen Bogenganges.

Bei der Abmeißelung der hinteren oberen Gehörgangswand, wie sie behufs breiter Eröffnung von Aditus und Antrum, am besten von einem retroauricularen Hautschnitt aus unternommen wird, ist es wichtig, die Lage des Facialis- und Bogengangwulstes genau zu kennen und namentlich auch orientiert zu sein über das Verhältnis des Facialis zur hinteren Gehörgangswand. Dringt man zu tief hinunter, so kann sehr leicht im Knochen eine unbeabsichtigte Durchtrennung des Facialis und damit auch Lähmung der betreffenden Gesichtshälfte zustande kommen. Es gilt daher als Regel, von der hinteren knöchernen Gehörgangswand in Trommelfellnähe nur die obere Hälfte abzutragen, d. h. eben nur so viel, als der lateralen Antrumwand entspricht. Aber auch hier muß mit besonderer Sorgfalt vorgegangen werden, damit der Meißel nicht beim Durchbrechen der lateralen Aditiswand hineinfällt in den Bogengang- und Facialiswulst der medialen Wand.

Als Entschuldigung für Verletzungen des Facialis bei solchen Operationen können „Varietäten im Verlauf dieses Nerven“ nicht vorgeschoben werden; denn solche kommen hier in hunderten von Schläfenbeinen nicht einmal vor.

Die Gehörknöchelchen, ihre Befestigungsweise und ihre Muskeln.

Die vom Trommelfell zum Labyrinth ziehende und mit ihrer Hauptmasse im Aditus ruhende Kette der Gehörknöchelchen besteht aus 3 Gliedern: dem Hammer (Malleus), dem Amboß (Incus) und dem Steigbügel (Stapes). Ein selbständiges, zwischen Amboß und Steigbügel eingeschobenes Os lenticulare existiert nicht, dagegen ein der Masse des Amboßes zugehöriger Processus lenticularis. Gelenke besonderer Art verbinden die Gehörknöchelchen unter sich. Ihre weitere Fixation wird vermittelt teils durch Bänder und teils durch Muskeln, namentlich aber auch durch die festen Stützen, welche die beiden Enden der Kette im Trommelfell und am Schneckenfenster besitzen.

Physiologisches. In ihrer Gesamtheit, und verbunden einerseits mit der Membran des Trommelfells, andererseits mit dem Ligamentum annulare des Schneckenfensters, bilden die Gehörknöchelchen einen mikrophonähnlichen Apparat, welcher die dem Trommelfell durch die Luft oder durch die Kopfknochen zugeleiteten Töne auf den Ductus cochlearis in der Richtung seiner Längsaxe überträgt. In Anbetracht des Umstandes, daß der ganze akustische Apparat im Verhältnis zu der Wellenlänge selbst der höchsten Töne der percipierbaren Skala ungemein klein ist, darf und muß er bezüglich seines Leitungsvermögens als eine feste Masse betrachtet werden (Riemann, Ed. Weber, v. Helmholtz). Indessen wissen wir, daß einerseits bei kompleter Fixation des Steigbügels im Schneckenfenster (Ankylose) und anderseits auch nach Elimination des den Steigbügel mäßig fixierenden Amboßes (Schlottergelenk) das Leitungsvermögen für Töne,

welche durch die Luft auf das Trommelfell übertragen werden, herabgesetzt ist.

Anatomisches. Alle 3 Gehörknöchelchen sind bezüglich ihrer Herkunft und ihres Baues als echte Skeletstücke zu betrachten. Ihre nähere Beschreibung findet sich daher schon in dem Abschnitte über Osteologie. Dagegen müßten wir hier eingehen auf ihre Beziehungen zu einander und zu ihrer Umgebung, auf ihre Befestigungsweise durch Ligamente, Muskeln und Gelenke.

Unter den Befestiguugen des Hammers ist die kräftigste und ausgedehnteste das Trommelfell. Vom Rivini'schen Ausschnitt tritt der Hammer in das Trommelfell so herab, daß sein medialwärts abgebogener Hals mit der Spina tympanica posterior beinahe in Kontakt tritt. Vom kurzen Hammerfortsatz aus zieht in der als Membrana propria bekannten Faserschicht des Trommelfells nach den beiden unteren Endpunkten des Rivini'schen Ausschnittes — d. h. sowohl nach dieser Spina posterior als nach der Spina tympanica minor — je ein stärkerer ligamentöser Strang, die Grenzstränge, welche die dünne Membrana flaccida von der Pars tensa scheiden. In ihrer Gesamtheit werden diese beiden Stränge von v. Helmholtz als oberer Befestigungsstrang des Trommelfells bezeichnet. Nur der unterhalb von ihm liegende Teil der Trommelfellmembran kommt bei den Schallschwingungen in Betracht, ein Umstand mehr, die oben getroffene Einteilung, wonach die Membrana flaccida Shrapnelli noch zur Aditus-wand zu rechnen ist, aufrecht zu erhalten.

Ueber die Faserschicht des Trommelfells haben wir schon bei der Beschreibung der letzteren gesprochen. Es bleibt uns nur übrig, auf die Verbindungsweise der Radiärfasern mit dem Hammergriff noch etwas näher einzutreten. Die Vermittlung besorgt ein faserknorpliger Ueberzug, welcher am straffsten und breitesten am unteren Hammergriffende ist (vergl. Fig. 37). Weiter oben wird die Verbindung schmäler, länger und lockerer, mesenteriumähnlich, während sie ziemlich unvermittelt am Processus brevis wieder breit und kurz wird, ähnlich derjenigen im Umbo.

Ein zweiter wichtiger Befestigungspunkt des Hammergriffs ist die Innenfläche der Spina tympanica posterior. Mit dieser steht er in Ver bindung durch das Ligamentum anterius mallei. Dasselbe wird durch eine kurze, sehr feste Bandmasse gebildet, welche die schmale, zwischen Spina tympanica posterior einerseits, langem Fortsatz und vorderer äußerer Hammerhalsfläche anderseits bestehende Spalte ausfüllt und überbrückt und welche von der Ansatzstelle des Tensor tympani über den vordern Umfang von Hals und Kopf des Hammers bis gegen das Tegmen hinaufsteigt. — An letzterer Stelle findet sich wieder ein anderes sog. Band (dasselbe enthält aber, sowiet meine Präparate hierüber Aufschluß geben, keine eigentlichen ligamentösen Bestandteile sondern nur Mucosa), das Ligamentum superius. — Nach hinten außen grenzt das Ligamentum anterius unmittelbar an die größere aber sehr inkonstant gestaltete Bandmasse des Ligam. externum, s. laterale (vgl. Fig. 44 u. 46), welche vom obersten Teil des Hammerhalses, der Crista mallei, an die innere Fläche des Schuppenteils des Margo tympanicus und an die Membrana flaccida selbst fächerartig ausstrahlt und welche aus letzterem Grunde in ihrer Gesamtheit von Henle passend auch als Ligam. radiatum bezeichnet worden ist. Das hinterste dieser Bündel des Ligam. externum liegt mit dem Ligam. anterius mallei beinahe

in der nämlichen geraden Linie und stellt mit ihm zusammen die Drehaxe des Hammers dar. v. HELMHOLTZ hat ihm daher den besonderen Namen eines Ligamentum posterius beigelegt. Die centralen Bündel des Ligam. anterius mit dem Ligam. posterius zusammen



Fig. 46. Vertikaler Querschnitt durch den hinteren Abschnitt der Paukenhöhle und durch Hammer und Amboß (etwas schräg von vorn lateral nach hinten medial gerichtet). Der Durchschnitt des N. facialis findet sich in der Figur unmittelbar unter demjenigen des lateralen Bogenganges. Beide bilden hier einen gemeinsamen Wulst, von welchem eine kleine, der Grenze zwischen Aditus und Antrum entsprechende Schleimhautfalte zum langen Amboßschenkel hinüberzieht.

nennt er das Axenband des Hammers. Das Lig. externum schützt das Axenband des Hammers gegen starken Zug nach innen, während einer starken Zerrung nach oben und unten das Ligam. anterius entgegenwirkt.

Als eine weitere kräftige Verbindung des Hammers ist diejenige mit dem **Musc. tensor tympani** zu erwähnen. Derselbe liegt in einem besonderen Kanale direkt über der knöchernen Tube (Canalis sive semicanalis pro tensore tympani), von ihr getrennt durch eine meistens knöcherne, zuweilen auch bloß ligamentöse dünne Schicht. Der kräftige lange Muskelbauch zeigt gefiederte Anordnung seiner Fasern; die hintersten derselben entspringen vom Dache des Tubenknorpels und von den benachbarten Partien des großen Keilbeinflügels und gehen zum Teil daselbst direkt über in den M. tensor veli, mit welchem er gemeinsam innerviert wird vom Trigeminus. Seine Sehne schlägt sich rechtwinklig um das Ende des Processus cochleariformis herum und zieht quer durch die Paukenhöhle zum Hammergriff, an dessen medialer vorderer Fläche sie sich etwas unter der Höhe des Processus brevis inseriert. Der Zug des M. tensor wirkt, da er nur wenig unterhalb des Axenbandes sich anheftet, auch auf letzteres anspannend ein.

Nach hinten ist der Hammerkopf durch ein außerordentlich straffes Gelenk mit dem Amboß vereinigt. Wie meine Untersuchungen ergeben, besteht hier weder ein wirkliches freies Gelenk noch eine Symphyse (Brunner), auch kein eigentlicher Meniskus im Sinne Rüdinger's, sondern ein Uebergang zwischen beiden letzteren Arten der Gelenkverbindung, indem die aus fibrösem Knorpel bestehende und vereinzelte sternförmige Zellen einschließende Bandscheibe in unregelmäßiger Weise von längs und schräg verlaufenden Spalten durchzogen wird und nach den beiden Knochenflächen hin nur stellenweise auf kürzere oder längere Strecken meniskusartig frei ist, an anderen Stellen aber kontinuierlich in deren hyalinen Knorpelüberzug übergeht (vergl. Fig. 47). Die Fläche des Hammer-Amboßgelenkes besitzt, wie Helmholtz gezeigt hat, keine einfache Sattelform, sondern, genauer genommen, die Form einer unregelmäßig gestalteten

Fig. 47. Hammer-Amboßgelenk (Schnitt senkrecht zur Längsachse der Tube). Zeiss Obj. A, Ocular 2, Tub. 16.

Schraubenfläche. Der Amboß dreht sich um eine Axe, welche durch seinen kurzen, am äußeren Ende überknorpelten und dem Aditus- resp. Antrumboden durch fibröses Gewebe straff angehefteten kurzen Fortsatz geht *). Beim Einwärtsdrehen des Hammers drückt letzterer auf zwei sperrzahnähnliche Vorsprünge der Amboßgelenkfläche, und nun werden

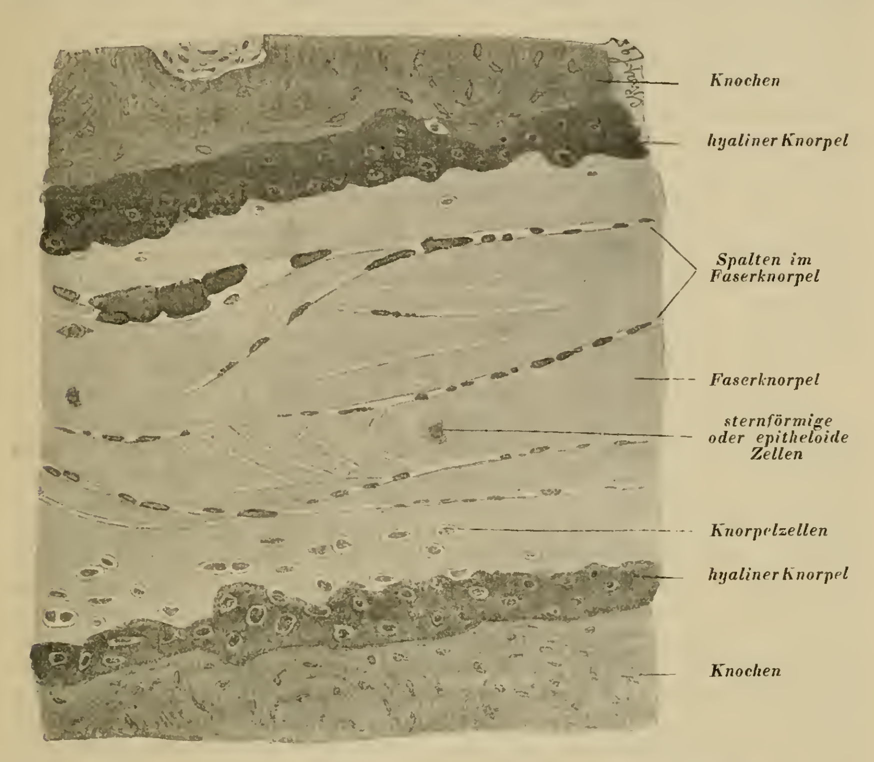


Fig. 48. Stärker vergrößerte Partie des Hammer-Amboßgelenkes.

sämtliche Bänder angespannt, welche die Gehörknöchelchen in ihrer Lage fixieren: das Achsenband des Hammers wird nach innen gezogen; gleichzeitig wird der Amboß mit seiner oberen Hälfte nach außen und vorn gezerrt, sein kurzer Fortsatz hebt sich gleichzeitig, während der lange Amboßschenkel die Einwärtsdrehung des Hammerstiels mitmacht und den Steigbügel ins ovale Fenster hineindrängt.

Die Auswärtsbewegung des Hammergriffs macht der Amboß nur mit bis in eine Stellung, welche der Ruhelage der Bänder dieser beiden Gehörknöchelchen entspricht; weiter hinaus folgt der Amboß dem Hammer nicht, da die Sperrzähne dabei auseinandertreten. Der von mir gefundene und oben beschriebene Bau der zusammenhängenden, aber von vielen bis an die Kapsel reichenden, sich spitzwinklig verzweigenden Spalten durchzogenen Bandscheibe paßt vorzüglich in diesen von Helmholtz ergründeten Mechanismus hinein, indem die

*) In der Mitte dieses symphysenartigen Amboß-Antrumgelenkes finde ich regelmäßig eine Zone lockeren gefäßreichen Bindegewebes mit sternförmigen Zellen, ähnlich demjenigen des embryonalen mittleren und inneren Ohres.

keilförmigen Stücke derselben (Fig. 48) sich aus- und ineinander schieben lassen und so ein Auseinandertreten der Gelenkflächen in einem derart hohen Grade ermöglichen helfen, wie es auf andere Weise kaum denkbar wäre. Dies sowohl als der Umstand, daß auch das Amboß-Steigbügelgelenk ganz die gleiche eigentümliche Bauart besitzt, hat zur Folge, daß der Amboß wohl einen Druck, dagegen keinen Zug auf den Stapes auszuüben vermag; es kann also das Trommelfell beträchtlich nach außen getrieben werden, ohne daß der Stapes dadurch aus dem ovalen Fenster gerissen wird.

Das den Steigbügel im ovalen Fenster fixierende, die schmale Spalte zwischen Fensterrahmen und Rand der Stapesplatte ausfüllende Ligamentum annulare inseriert sich mit seinen radiär ausstrahlenden Fasern in der Hauptsache auf der Labyrinthseite. Im ganzen Bereich seiner Ansatzlinie sind Fensterrahmen und Stapesrand (ähnlich wie die vestibulare Fläche der Stapesplatte) mit einer unregelmäßig gegen den Knochen sich abgrenzenden Schicht hyalinen Knorpels überzogen. Auch im Ligament selbst finde ich in der Nähe seiner Insertionsstellen regelmäßig Knorpelzellen eingelagert. Das Lig. annulare ist am unteren Fensterumfang am straffsten und stärksten.

Auch der **Musculus stapedius** trägt bei zu einer kräftigen und elastischen Fixation am hintern Ende der Stapesplatte. Dieser kleine, in der Eminentia pyramidalis liegende, wie der Tensor tympani gefiederte, aber vom N. facialis versorgte Muskel inseriert sich mit seiner feinen, meistens in einer Schleimhautfalte liegenden Sehne am hinteren unteren Umfang des Stapesköpfchens. Er verläuft in der Richtung von hinten-unten-innen nach vorn-oben-außen, zieht also die vordere obere Hälfte der Fußplatte nach außen, so daß die hintere untere Partie des hier auf doppelte Dicke verstärkten Ligamentum annulare zum Drehpunkt derselben wird. Der M. tensor tympani bildet in seiner Wirkung auf die Stapesplatte den Antagonist des Stapedius, indem er durch Hineinziehen des Hammergriffs den langen Amboßschenkel nicht nur hineindrückt, sondern ihm auch zugleich eine leichte Pendelbewegung nach oben verleiht. Beide Muskeln wirken bei gemeinsamer Aktion der Schlaffheit in den Gelenken entgegen und stehen unter normalen Verhältnissen in einem solchen gegenseitigen Gleichgewicht, daß dadurch ein exaktes Ineinandergreifen der einzelnen Teile der Leitungskette während des Hörens absolut gesichert wird (BEZOLD).

Die mittlere Bewegung der Steigbügelplatte bei Luftdruckschwankungen im äußeren Gehörgang hat BEZOLD durch Manometerversuche exakt bestimmt; sie beträgt $^1/_{25}$ mm. Die Inkursion der Steigbügelplatte, welche durch Luftverdünnung im äußern Gehörgang erzielt wird, verhält sich zur Exkursion bei Luftverdichtung wie 1 : 2,14. — Das Bewegungsmaximum an der Spitze des Hammergriffs bei Luftdruckschwankungen berechnete er auf 0,76 mm (In- und Exkursion an dieser Stelle verhalten sich wie 1 : 2,37). Für das Bewegungsmaximum am unteren Teil des langen Amboßschenkels fand er 0,21 mm, konform mit früheren Untersuchungsresultaten POLITZER's, welcher zu dem Schluß gelangt, daß die Exkursion des Stapesköpfchens $^1/_4$ von derjenigen des Hammergriffendes beträgt.

Betreffend weiterer Einzelheiten vergl. BEZOLD, Arch. f. Ohrenheilk., Bd. 16, p. 1. — v. HELMHOLTZ, PFLÜGER's Archiv, Bd. 1, p. 1,

1869. — HENSEN, Physiologie des Ohres, in dem Sammelwerke von HERMANN.

Die **Schleimhautfalten**, welche die Gehörknöchelchen unter sich und mit den Paukenhöhlenwänden verbinden, sind ihrer Entstehung entsprechend (vergl. den embryologischen Abschnitt) ungemein variabel. Nicht einmal zwischen dem rechten und linken Ohr des nämlichen Individuums herrscht Uebereinstimmung. Am häufigsten sind nach BRYANT's statistischer Zusammenstellung folgende Falten:

a) 1—2 Falten, welche vom hinteren Amboßband nach vorn ziehen — äußere Hammer-Amboßfalte — und den Raum, welcher zwischen Hammerkopf und Amboßkörper einerseits und lateraler Adituswand anderseits liegt — den Hammer-Amboß-Schuppenraum — durchqueren (99 Proz.). Auf diese Weise entsteht ein oberer und ein unterer Hammer-Amboß-Schuppenraum.

b) Vom Hammerkopf geht, abgesehen von dieser äußeren Falte und dem schon früher genannten „Ligamentum“ superius, welches nach hinten sich zuweilen bis ans Ende des Antrum erstreckt und dasselbe dort in eine innere und äußere Hälfte teilt, sehr häufig noch eine 3. Falte ab, nämlich nach innen — die innere Hammerfalte — und 4. nach vorn — die vordere Hammerfalte.

c) Die von der Tensorsehne direkt nach oben gehende Plica transversa wurde schon oben erwähnt, ebenso die horizontal nach vorn ausgespannte Falte. Zwischen beiden liegt ein Hohlraum, eine pneumatische Zelle, deren Mucosa ich bei Diphtherieleichen relativ häufig ganz isoliert mit einer fibrösen Membran ausgekleidet fand und welche daher zweifellos eine wichtige Rolle spielt bei der isolierten Erkrankung des Aditus.

Den Steigbügel fand BRYANT in 44 Proz. von Membranen eingehüllt; die zwischen den Steigbügelschenkeln liegende Membrana obturatoria fehlte nur in 2 Proz. Ueber die Schleimhautfalten in der runden Fensternische vergl. unten. Hammer- und Amboßschenkel sind nicht selten unter sich, mit dem Tegmen und der lateralen Adituswand, der Amboßschenkel ausnahmsweise sogar mit dem Trommelfell durch entsprechend lange Falten verbunden.

Daß diese Schleimhautfalten in den von ihnen umschlossenen Hohlräumen bei entzündlichen Prozessen zu Sekretverhaltung Anlaß geben können, wird zwar fast allgemein angenommen, doch wird ihre Bedeutung sowie diejenige der Trommelfelltaschen nach dieser Richtung hin jedenfalls bedeutend überschätzt, da sie nicht nur für die Resorption äußerst günstige Verhältnisse bieten sondern auch bei tieferen Destruktionsprozessen erfahrungsgemäß rasch einschmelzen und einfacheren Verhältnissen Platz machen.

IV. **Das Antrum mastoides** (Antrum petrosum, Antrum Valsalvae s. Sinuositas mastoidea, Sinus mammillaris, Antrum tympanicum der Nomenklatur) **und die Cellulae mastoideae.**

Das Antrum ist ein bohnen- oder nierenförmiger Raum, dessen konkave Wand abwärts gekehrt ist und dessen hintere laterale Hälfte in der Regel geräumiger ist als die vordere mediale. Indessen wechselt seine Form sowie seine Größe bedeutend, da die Wände bald mehr, bald weniger pneumatisiert sind und da diese Knochenzellen, die Cellulae mastoideae, in ihrem centralen Ende zuweilen Buchten

zusammenfließen, welche die verschiedensten Lumina und Formen aufweisen. BEZOLD fand an seinen Korrosionspräparaten folgende mit den Angaben von SCHWARTZE und EYSELL übereinstimmenden Maße für das Antrum:

Länge: 9—15, im Mittel 12,7 mm.

Querdurchmesser (in der Mitte der oberen Wand): 5—8,5, im Mittel 6,7 mm.

Höhe (an der gleichen Stelle gemessen): 6—10, im Mittel 8,5 mm.

Die Längsaxe des Antrum fällt ziemlich zusammen mit derjenigen des Aditus und der Tube. Bezüglich der näheren Lagebestimmung ist es für den Operateur, welcher das Antrum von der lateralen Fläche oder vom Gehörgang aus eröffnen will, wichtig zu wissen, 1) daß die hintere Gehörgangswand zugleich die äußere vordere Wand des Antrums bildet, 2) daß dieselbe — entsprechend dem spitzen Winkel (ca. 27°), welchen Gehörgangs- und Antrumaxe miteinander

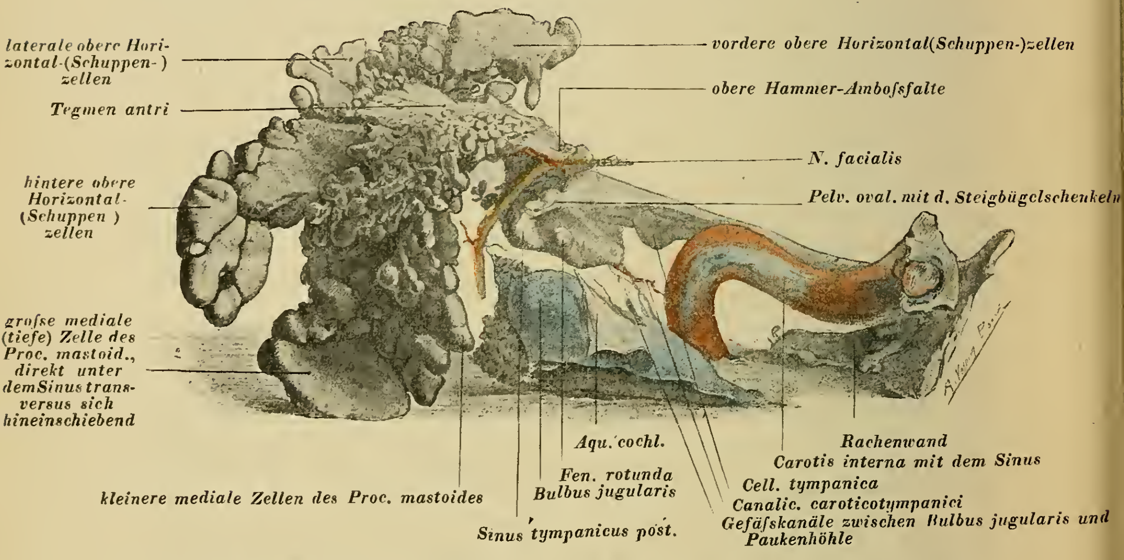


Fig. 49. Trockenkorrosionspräparat des Mittelohres (das in Fig. 31 abgebildete Präparat von der medialen Seite).

bilden — von innen nach außen sich keilförmig verdickt, gewöhnlich aber nicht mehr als $^1/_2$ cm beträgt, 3) daß das Niveau des Antrumbodens sich in der Regel etwa in halber Höhe der hinteren Gehörgangswand befindet. Wenn der Knochen pneumatisiert ist, finden sich gewöhnlich nur kleine und stark abgeplattete, aber zahlreiche Zellen in der Zwischenwand von Aditus und Gehörgang; ganz die nämlichen Verhältnisse treffen wir im Tegmen antri.

Dagegen ziehen oft mächtige Zellen oben von der lateralen Wand horizontal in den Schuppenteil hinein. Dieselben liegen hier gerade wie wir dies oben von den Aditus-Zellen berichtet haben, zuweilen nur durch eine papierdünne Knochenschicht von der Dura getrennt, am Boden der mittleren Schädelgrube und im Winkel, welchen derselbe mit der Seitenwand der Schädelhöhle bildet. Nach vorn sieht man diese horizontalen Schuppen-

zellen den Gehörgang überdachen und sich ausnahmsweise bis in die Wurzel des Jochbogenfortsatzes hinein erstrecken. Die direkt seitlich verlaufenden horizontalen Schuppenzellen halten sich gewöhnlich unterhalb der Linea arcuata, können dieselbe aber zuweilen um ein Beträchtliches überragen. Die Zellen, welche vom Antrum horizontal hinten nach außen und innen abgehen, gehören

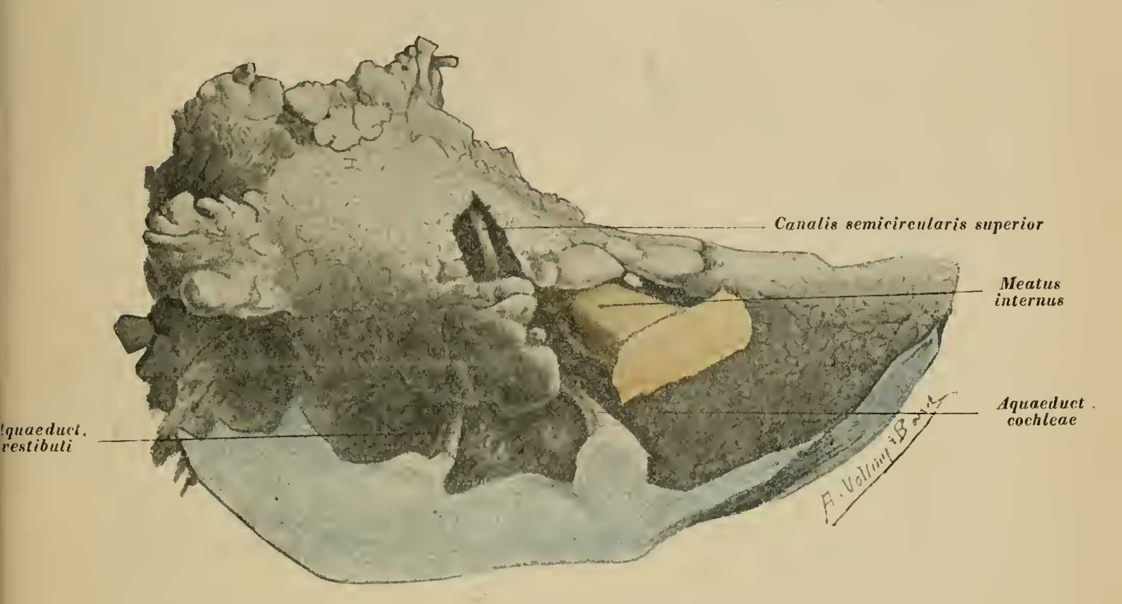


Fig. 50. Knochenkorrosion eines Schläfenbeins. Pneumatische Zellen überdachen das ganze Labyrinth mit Ausnahme der äußeren Enden der Aquädukte und des inneren Gehörganges, sowie des Scheitels des oberen Bogenganges.

zum größeren Teil der Pars petrosa an; sie sind gewöhnlich weniger stark entwickelt; zuweilen reichen sie aber bis zur Sutura occipitalis und parietalis, ausnahmsweise sogar bis ins Hinterhauptbein hinein. Bei einem meiner Korrosionspräparate wird das Emissorium Santorini von ihnen allseitig umlagert. In vereinzelten Fällen kann man sogar das ganze Labyrinth samt den Aquaeducten von ihnen zugedeckt finden (vergl. Fig. 50).

Die kräftigsten Zellen der Pars mastoidea liegen unterhalb des Antrum im eigentlichen Warzenfortsatz und zwar namentlich im hinteren unteren Umfang desselben. Praktische Wichtigkeit besitzen die mächtigen pneumatischen Hohlräume, welche der unteren medialen (nicht selten lückenhaften) Knochenfläche des Processus mastoides entsprechen und zum Teil noch medialwärts von der Incisura mastoidea liegen; namentlich die letzteren sind bekannt dadurch, daß otitische akute Empyeme, welche hier nicht zur Resorption gelangen, zu tiefen Hals-, Retropharyngeal- und Mediastinalphlegmonen (Bezoldsche Mastoiditis) Veranlassung geben können. Ebenfalls große, meistens etwas abgeflachte Zellen sind es, welche den Sulcus transversus zuweilen bis gegen die Fossa pro bulbo jugulari hinab (hier aber kleinzelliger) begrenzen und welche bei Mittelohrentzündung den Eiterungsprozeß durch die häufig durchscheinend dünne oder

sogar lückenhafte Knochenwand direkt auf den Sinus übertragen helfen. Die Zellen in der Knochenwand des Bulbus selbst und des Sinus petrosus inferior haben anderen Ursprung (vergl. oben Boden

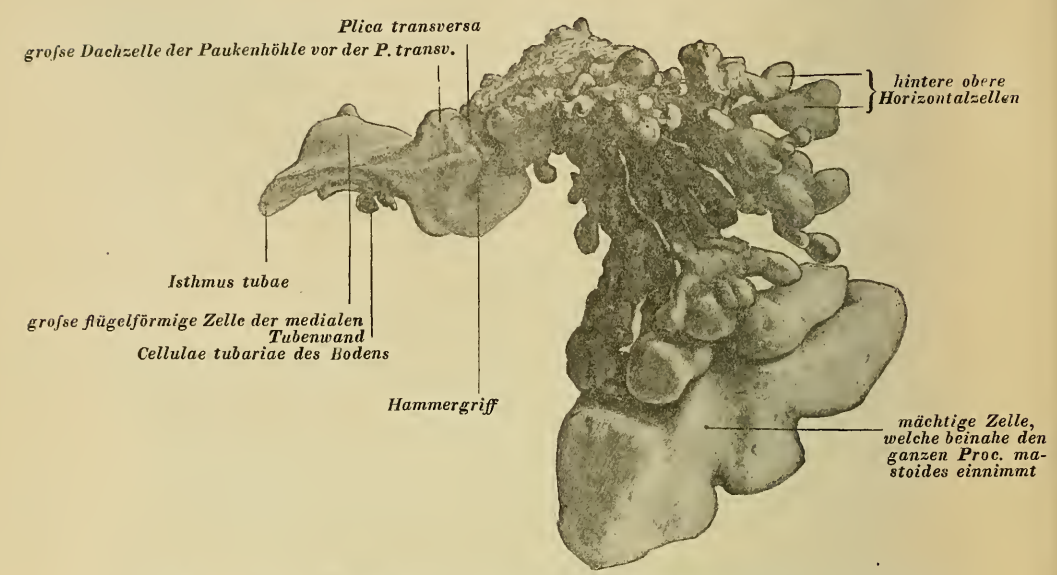


Fig. 51. Weichteilausguß des Mittelohres von der lateralen Seite. Der Processus mastoides in seiner unteren Partie von einer einzigen großen Zelle eingenommen. Die knorpelige Tube fehlt.



Fig. 52. Mittelohrausguß (Weichteilkorrosion) mit Erhaltung der medialen Knochenwände (von der lateralen Fläche gesehen). Hinter der Paukenhöhle (*a*) steigen vom Antrum (*b*) herunter 2 größere, dunkel schattierte Zellen (*cc*), deren terminale Erweiterung direkt der dünnen, im Präparat bei *d* durchbrochenen lateralen Sinuswand aufliegen. Eine mächtige, der Warzenfortsatzspitze entsprechende Zelle (*f*) liegt rechts davon ganz im Vordergrunde. Am linken Ende der Zeichnung sieht man die Spitze des Felsenbeins mit dem Eingang zum karotischen Kanal. Die lateralen Zellen (*gg*) des Tegmen tymp. sind ziemlich kräftig entwickelt. Der Ausguß der knorpeligen Tube fehlt. Knöcherne Tube bei *h*.

der Paukenhöhle). Auch in der lateralen Fläche des pneumatisierten Warzenfortsatzes finden sich größere, in das Antrum ausmündende Zellen, ausnahmsweise sieht man fast die ganze Apophyse von einer einzigen mächtigen Zelle eingenommen (Fig. 51); in solchen Fällen ist die äußere Knochenlamelle des Warzenfortsatzes abnorm dünn. In praktischer Hinsicht wichtig ist der Umstand, daß auch am ausgewachsenen Schädel die Sutura squamosomastoidea nach den übereinstimmenden Resultaten von Bezold und Moos in ca. 20 Proz. nur unvollkommen verwachsen, zuweilen sogar noch ganz erhalten ist, und daß Empyeme auf diesem natürlichen Wege aus der Pars mastoidea sich auf die Außenfläche des Warzenfortsatzes entleeren können. Beim Kinde führt diese Sutur in der Höhe der oberen Gehörgangswand direkt in das Antrum. — Die Spitze des Proc. mastoides bleibt oft spongiös oder kompakt, ebenso findet sich zwischen den Zellen mehr oder weniger reichlich Spongiosa mit größeren Knochengefäßen, welche peripher in die Schleimhaut der Warzenzelle sich fortsetzen (vergl. Fig. 53) und deren centrales Ende, soweit dies Arterien sind, meistens mit den Gefäßen des Can. Fallopii in Zusammenhang steht. Die Venen ergießen sich in ihrer Mehrzahl durch zahlreiche kleine Oeffnungen des Sulcus direkt in den Sinus transversus. Der Facialiskanal selbst ist von einer kräftigen Schicht dichter Knochensubstanz umgeben und wird dadurch im Warzenteil von den pneumatischen Zellen überall getrennt.



Fig. 53. Knöcherne Gefäßkanäle, welche zwischen den pneumatischen Warzenzellen verlaufen und denselben teils frei aufliegen, teils mit ihrem Hohlraum kommunizieren (Knochenkorrosionspräparat).

Die Pneumatisierung des Felsenbeins ist, bezüglich ihrer Ausdehnung, individuell sehr verschieden, kann sogar beim nämlichen Individuum auf der einen Seite wesentlich von derjenigen der anderen Seite differieren. Zuweilen finden sich allein die knöchernen Haupträume des Mittelohres vor, und bleiben ihre Wände solid, in anderen Fällen ist die ganze Pars mastoidea, sowie die hintere Fläche und sogar die Spitze der Pyramide pneumatisch. Zuckerkandl fand totale Pneumaticität des Warzenfortsatzes nur in 37 Proz. der untersuchten Schläfenbeine, 20 Proz. waren total diploëtisch, 43 Proz. gemischt. Ueber den Parallelismus, welcher sich in der Regel konstatieren läßt bezüglich der Massigkeit der Compacta in Schädel- und Röhrenknochen vergl. die Anmerkung p. 279.

Was die **Form** der Warzenzellen anbelangt, so haben wir noch nachzutragen, daß dieselbe namentlich bei großen Hohlräumen in der Regel deutlich keulen- oder flaschenartig ist. Am peripheren Ende findet sich die größte Erweiterung — Terminalzelle. Centralwärts treffen die Terminalzellen gruppenweise zunächst radiär zusammen in kleineren Zellen, den Uebergangszellen, und von

hier führt der relativ enge gemeinsame Ausführungsgang in das Antrum. Aehnlich verhält es sich mit den schon früher erwähnten großen Zellen, welche vom Boden der Paukenhöhle nach der Pyra-

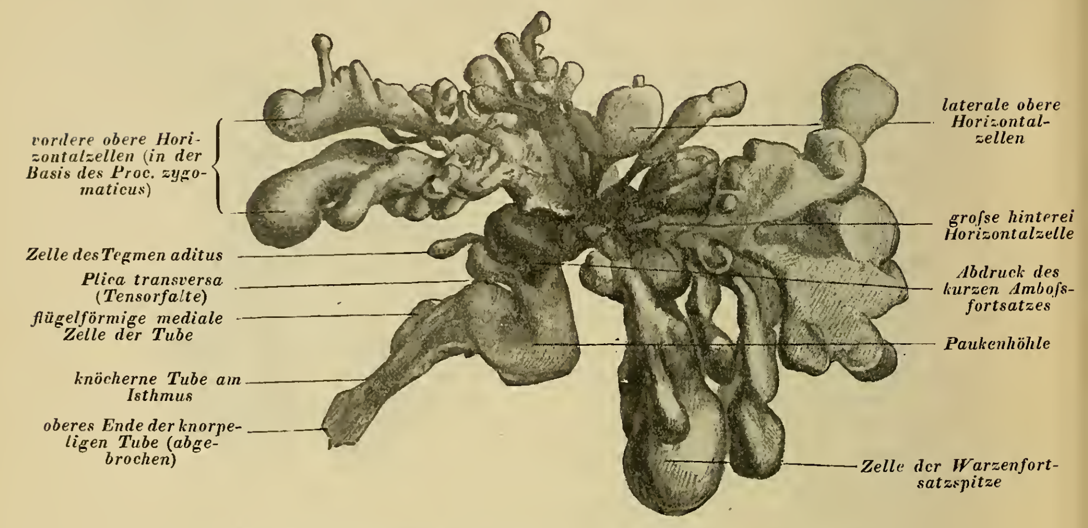


Fig. 54. Weichteilausguß des Mittelohres mit großen pneumatischen Zellen in der Basis des Processus zygomaticus.

midenspitze hinziehen. „Je mehr die Zellen sich von ihrem Centrum, dem Antrum, entfernen, eine um so bedeutendere Größe erreichen ihre letzten Ausläufer“ (BEZOLD).

Als Inhalt der pneumatischen Zellen findet sich unter normalen Verhältnissen nur Luft; Flüssigkeitsansammlungen sind pathologische Produkte.

Nerven und Gefäße des Mittelohres.

Die Arterien entstammen den beiden Carotiden, namentlich der Carotis externa. Die Hauptarterie ist a) die A. stylomastoidea; weitere blutzuführende Gefäße sind b) der R. tympanicus der Maxillaris interna, welcher durch die Fissura Glaseri eintritt; c) die A. pharyngea ascendens, welche einige Zweige an die untere Wand der Paukenhöhle und der Tube abgiebt; d) die durch die Sutura petrosquamosa an das Tegmen herantretenden Zweige der A. meningea media; e) mehrere von der Carotis direkt an die vordere Paukenhöhlenwand abzweigende Gefäßchen; f) die A. vidiana (zur Tube).

Die Venen gehören dem Gebiet des Plexus pharyngeus, der V. meningea media, sowie der Jugularis externa und interna an und entsprechen in ihrem Verlauf den Arterienstämmchen; eine Ausnahme von dieser Regel macht nur die accessorische Schneckenaquäduktvene. — Ueber den Zusammenhang des venösen Paukenhöhlennetzes mit den Labyrinthvenen durch den Canalis aquaeductus cochleae accessorius vergl. SIEBENMANN, Korrosionsanatomie, p. 45.

Nerven. a) Motorische: Trigeminusfasern gehen zum Tensor tympani und zum Tensor veli; ein Aestchen des Facialis zum

M. stapedius. Der Levator wird, wie die klinische Beobachtung und neuere experimentelle Untersuchungen (Onodi) zeigen, nicht vom Facialis, sondern vom Vagus accessorius versorgt. b) Die sensorischen Nerven entstammen dem Jacobson'schen Geflecht und dem N. petrosus superfacialis minor. c) Der Sympathicus giebt Fasern an die Paukenhöhle durch die Canaliculi caroticotympanici. Bemerkenswert ist die Einlagerung von Ganglienzellen in den Nervenplexus der Paukenhöhle (Pappenheim, Wendt, Kölliker). Die Chorda und — abgesehen von dem Stapediusästchen — auch der Facialis treten zum Mittelohr nur insofern in Kontakt, als letzteres für sie Durchgangsstation bildet auf ihrem komplizierten Wege.

Histologisches über den Bau der Schleimhaut der knöchernen Mittelohrräume.

Die Schleimhaut von Paukenhöhle, Aditus, Antrum und pneumatischen Zellen bildet überall einen sehr zarten, dünnen, transparenten Ueberzug des Knochens und ist von letzterem nirgends auf größere Strecken in toto abhebbar. Das nämliche gilt von dem Ueberzug der Gehörknöchelchen. Sie bildet auch in der Hauptsache die freien, als Ueberreste des fötalen Polsters zu betrachtenden, nur spärliche fibröse Grundsubstanz enthaltenden Falten und Fäden, welche im Aditus und Antrum, seltener in den pneumatischen Räumen sich in unregelmäßiger Weise ausgespannt finden. Das Epithel ist in der Regel ein einschichtiges, einfaches Plattenepithel; nur der Boden der Paukenhöhle und die Umgebung des tympanalen Tubenostiums tragen einschichtiges Cylinder- oder kubisches Uebergangsepithel, welches stellenweise bewimpert ist. In der Grenzzone zwischen Platten- und Flimmerepithel ist auch bewimpertes Plattenepithel beobachtet worden. Ausnahmen von dieser Art der Verteilung, wie auch ich sie als Regel stets gefunden, scheinen indessen nicht selten zu sein, wenn man die verschiedenen Angaben der Autoren vergleicht. Das höchste Plattenepithel trägt nach meinen Untersuchungen die Paukenhöhle; schon das Aditusepithel ist bedeutend niedriger, ein Umstand, welcher für die vorwiegende Neigung dieser Schleimhautstellen zu Epithelmetaplasie (Epidermoidisierung, Cholesteatombildung) eine einfache Erklärung giebt. Die außerordentliche Widerstandsfähigkeit und Regenerationskraft des Trommelfellepithels, welches ebenfalls sehr niedrig ist, hat ihre Ursache offenbar in der vorzüglichen (doppelten) Vaskularisation dieser Membran.

Schleimdrüsen fehlen im Aditus, im Antrum und in den pneumatischen Zellen. Aber auch in der Paukenhöhle (Serienschnitte) habe ich nirgends solche nachweisen können; ein Vorkommen derselben ist bei der Dünnheit der ganzen Schleimhautschicht nicht wohl denkbar. v. Tröltsch, Fischer und Bulle fanden acinöse Drüsen in der Nähe des Trommelfells Die flaschen-, cylinder- oder becherförmigen Drüsen, welche Fischer beim Kinde konstatierte, und die acinöse Drüse Krause's sind sehr wahrscheinlich nur Krypten oder Anlagen von pneumatischen Nebenräumen oder endlich Durchschnitte durch Falten. Knäuelförmig aufgewundene Gefäße, wie ich sie in der Schleimhaut der Paukenhöhle nicht selten finde, haben wohl Wendt veranlaßt, das Vorhandensein knäuelförmiger Drüsen anzunehmen.

Die Blutgefäße der Schleimhaut liegen in deren tieferer, dem Periost entsprechender Bindegewebslage; Fettgewebe im perivaskulären Bindegewebe gehört nicht zu den Seltenheiten und kann (wie in einem meiner Präparate) sogar zur gänzlichen Ausfüllung und Verschluß der runden Fensternische führen. Die Kapillaren, welche etwas oberflächlicher liegen, sind relativ weit; sie verlaufen meist gestreckt, stellenweise aber auch, wie schon oben bemerkt, knäuelförmig gewunden.

Bezüglich der **Topographie** des Mittelohres verweise ich auf die Arbeiten von SCHWARTZE und EYSELL, Arch. f. Ohrenheilk., Bd. 7, p. 157; BEZOLD, Korrosionsanatomie, und namentlich auf F. MERKEL, Bd. 1, p. 559, sowie auf die Abbildungen 21, 43, 45, 46.

Die komplizierten Verhältnisse, welche hier in Frage kommen, lassen sich nur am Korrosionspräparat übersehen. Dies gilt namentlich für das Lageverhältnis, in welchem die pneumatischen Räume zu dem Labyrinth, dem Sinus transversus und Sinus petrosus inferior, dem N. facialis und der Schädelbasis stehen und auf welches zum Teil schon früher Rücksicht genommen worden ist. Es erübrigt noch, die für die operativen Eingriffe wichtigen Maße kurz anzugeben: Für die Eröffnung des Antrum von der temporalen Fläche aus bildet die Spina supra meatum einen vorzüglichen Anhaltspunkt (BEZOLD), indem man am besten $^1/_2$—1 cm hinter derselben in die Tiefe dringt. Tiefer als 17 mm soll aber für gewöhnlich nicht eingegangen werden, weil eine Verletzung des äußeren halbzirkelförmigen Kanals und des Facialis hier nicht mehr mit Sicherheit zu vermeiden ist. Hält man sich übrigens an die hintere knöcherne Gehörgangswand und nimmt gleichzeitig nur deren obere Hälfte weg bis in Antrumtiefe, so ist die Orientierung bedeutend erleichtert. — Die Lage des Sinus wechselt; bald liegt er oberflächlicher, bald tiefer unter der temporalen Außenfläche (2—17, im Mittel 6—7 mm); bald findet er sich mehr rückwärts mit kaum ausgesprochenem Sulcus, bald wieder trifft man ihn so weit vorn, tief in den Knochen eingegraben, daß er fast unmittelbar an den lateralen Abschnitt der hinteren knöchernen Gehörgangswand grenzt. Rechts ist der Sinus größer und in der Regel weiter vorgelagert als links. Die Oeffnungen des Emissarium mastoides liegen nach BEZOLD 30 mm hinter der hinteren Gehörgangswand und ebenso weit über der Spitze des Proc. mastoides. — Die mittlere Schädelgrube wird in der Regel (namentlich beim Kinde) eröffnet, wenn der Meißel über der Linea temporalis eindringt; daß indessen das Vorkommen pneumatischer Zellen über dieses Niveau hinauf nicht gerade selten ist, haben wir schon oben auseinandergesetzt.

Ueber die räumlichen Beziehungen des Mittelohres zum Hirn vergl. Text und Illustrationen von CUNNINGHAM, Memoirs. Dublin. 4⁰.

Mißbildungen.

Gröbere angeborene Mißbildungen des Mittelohres finden sich gewöhnlich vergesellschaftet mit Fehlen des Gehörganglumens (Atresia auris congenita): totales Fehlen oder Verengerung der knöchernen Mittelohrräume, Fehlen oder Verkleinerung der Fenster, totales oder teilweises Fehlen sowie Mißbildung der Gehörknöchelchen oder knöcherne Verwachsung ihrer Gelenke, knöcherne Fixation der Stapesplatte. Vollständiger Defekt von Aditus und Antrum kommt

sehr selten vor und dann nur in Gemeinschaft mit Fehlen des Labyrinths (Moldenhauer).

Da der äußere Gehörgang und die Anlage der Gehörknöchelchen sich in der ersten Hälfte des 2. Schwangerschaftsmonats differenzieren und nach meinen Untersuchungen (Arch. f. Anatomie, 1894) schon Mitte des 2. eine hohe Ausbildung erlangt haben, so datieren die meisten, wahrscheinlich sogar sämtliche genannten Veränderungen, was ihre Entstehung anbelangt, in den ersten Embryonalmonat (oder höchstens in den Anfang des zweiten) zurück.

Die von Zuckerkandl mehrfach am Knochenpräparat gefundene und beschriebene Kommunikation zwischen Aditus und Meatus mit entsprechendem Defekt der hinteren Gehörgangswand darf kaum im Sinne dieses Forschers ohne weiteres als angeborene Spalte angesehen werden, da solche Befunde als Folge von Cholesteatombildung im Mittelohr dem Kliniker ziemlich häufig begegnen.

Altersverschiedenheiten.

Paukenhöhle, Aditus und Antrum finden sich schon beim Neugeborenen annähernd in den nämlichen Dimensionen wie beim Er-

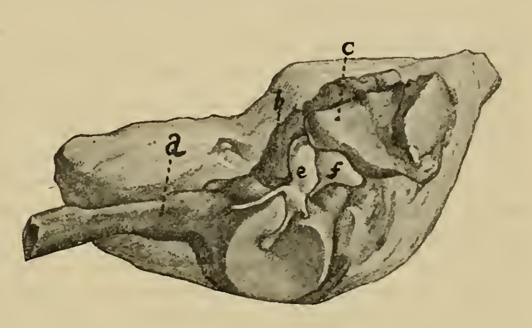


Fig. 55. Mittelohrausguß (Weichteilkorrosion) eines Neugeborenen, von der Seite gesehen. Die laterale Wand und ein Teil des Daches ist korrodiert, der übrige Teil des Felsenbeins und die Gehörknöchelchen dagegen sind erhalten (*e*, *f*). Die Tube (*a*) ist relativ dick und kurz, ein deutlicher Isthmus fehlt. Die Oberfläche des Kuppelraumes (*b*) und des Antrum (*c*) ist buchtig, doch fehlen die pneumatischen Zellen noch durchgehends.

wachsenen; dagegen sind die pneumatischen Räume erst andeutungsweise als flache Ausbuchtungen vorhanden (vergl. Fig. 55). Deutliche



Fig. 56. Mittelohrausguß (Weichteilkorrosion) von einem $^{3}/_{4}$ Jahre alten Kinde (laterale Fläche). Kuppelraum (*a*) und Antrum (*b*) schon dicht besetzt mit kurzen, breit aufsitzenden Zellen. Die Tube (*c*) mit deutlichem Isthmus, schmalem, spaltförmigem Lumen des knorpeligen Abschnittes und mit flügelförmiger, großer, pneumatischer Zelle (*d*) in der medialen oberen Wand des knöchernen Abschnittes.

Ausstülpungen, aber ohne abgeschnürte Ausführungsgänge und ohne Uebergangszellen, zeigt das in Fig. 56 abgebildete Präparat, welches einem $^3/_4$-jährigen Kinde entstammt. Erst zur Zeit der späteren Entwickelung des Warzenfortsatzes erlangen die pneumatischen Zellen ihre typische Gestalt und Ausdehnung. Relativ früh entwickeln sich die Zellen der knöchernen Tube. Ueber die weiteren Veränderungen während des Wachstums des Schläfenbeins vergl. dieses Handbuch: Graf v. SPEE, Das Kopfskelet, sowie KIESSELBACH, Arch. f. Ohrenheilkunde, Bd. 15, p. 238, und BEZOLD, Korrosionsanatomie, p. 68.

Vergleichend-anatomisches. Ausführliche Untersuchungen finden sich bei:

HAGENBACH, Die Paukenhöhle der Säugetiere, Leipzig 1835.

HYRTL, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das innere Gehörorgan, Prag 1845.

Hervorzuheben aus diesen Untersuchungen ist etwa folgendes:

Das Promontorium enthält beim Meerschweinchen und bei einzelnen Fledermausarten die ganze, frei ins Lumen der Paukenhöhle hineinragende Schnecke. Der Canalis caroticus geht bei den Affen durch die Paukenhöhle. Der knöcherne Canalis Fallopii bildet schon bei einzelnen Affen und bei allen anderen Säugetieren einen nach der Paukenhöhle zu ganz offenen Halbkanal. Die Cellulae tympanicae sind bei den anthropoiden Affen radiär angeordnet wie beim Menschen; schon bei den Halbaffen findet sich aber an ihrer Stelle die bauchige Auftreibung, welche bei den Repräsentanten der meisten übrigen Säugetierklassen als Bulla ossea bekannt ist. Die Pneumatisierung des knöchernen Mittelohres erreicht ihre höchste Ausbildung bei den Beuteltieren, sowie bei einzelnen Nagern und Insektenfressern insofern, als wir hier sogar große Zellen in der vorderen Gehörgangswand, im Jochfortsatz, im Hinterhauptsbein und durch Schuppe und Scheitelbein aufwärts über die ganze Schädelkapsel verbreitet finden. Der Sinus sphenoidalis wird hier zu einer Nebenhöhle des Mittelohres und kann sogar eine direkte Kommunikation beider Seiten vermitteln (bei Hydrochloris). — Die Bedeutung der Pneumatisierung als eines das Kopfgewicht erleichternden Momentes tritt bei diesen leicht beweglichen, in relativ unbequemer Stellung den Kopf hochtragenden Tieren besonders deutlich hervor. — Der Processus mastoides findet sich nur bei den anthropoiden Affen und beim Menschen. — Beim Stachelschwein und bei einzelnen Nagern fehlt das Hammer-Amboßgelenk. Bei den Cetaceen scheint die knöcherne Stapesanklyose die Regel zu bilden, ein Umstand, welcher ein hohes physiologisches und klinisches Interesse bietet insofern, als diese Wirbeltierklasse beim Hören (im Wasser) weniger auf die Luftleitung als auf die Knochenleitung angewiesen ist.

E. Das innere Ohr*).

Historisches. GALEN braucht zuerst den Namen Labyrinth, aber nur vergleichsweise, für die vielen gewundenen Gänge in der festen Knochenmasse des inneren Ohres, FALLOPIUS grenzt als eigentliches Labyrinth das **Vestibulum mit den Bogengängen** von den pneumatischen Räumen ab und beschreibt erstere in ihrer Verlaufsrichtung und ihren Ebenen. VESAL kennt die Laminae cribrosae und das Endost des Labyrinths, sowie die Aquädukte und beschreibt den Acusticus als einen besonderen, vom Facialis getrennten Nerv. SCHELHAMMER (1684) und VALSALVA (1704) entdecken die Labyrinthflüssigkeit und konstatieren außerdem (ersterer beim Raben, letzterer beim Menschen) die Existenz eines häutigen Labyrinths. MORGAGNI beschreibt dasselbe, soweit es die beiden Vorhofbläschen betrifft. PERRAULT führt den Namen Vestibulum ein. COTUGNO verdrängt endgiltig die Anschauung des Aër complantatus, entdeckt auch die gesonderten Gefäßkanäle der beiden Aquädukte. Von SCARPA stammen die Namen Tympanum secundarium und Scala tympani, sowie die Entdeckung der Otolithen. BRECHET ist der erste, welcher die Befestigungsweise des Utriculus und Sacculus an der knöchernen Vestibularwand beschreibt. Die ersten wertvollen vergleichend-anatomischen Untersuchungen über das häutige Labyrinth verdanken wir SCARPA, unter den neueren Autoren IBSEN, HYRTL, KUHN, HASSE u. a., namentlich aber RETZIUS.

Die **Schnecke** wurde nach GALEN zuerst von EMPEDOCLES 500 v. Chr. gefunden und bezüglich ihrer Funktion richtig gedeutet. VESAL beschreibt sie; er kennt die Zahl ihrer Windungen, sowie die Lamina spiralis. EUSTACHIUS entdeckte den membranösen Teil der Schnecke und teilte den Acusticus in 3 Portionen. Von FALLOPIUS stammen die Bezeichnungen: Fenestra ovalis und rotunda. VIDI, der Lehrer von VESAL, fand die runde Fenstermembran. Der Name Modiolus stammt von VALSALVA. VIEUSSENS entdeckte das Helicotrema, SCARPA verfolgse den Nervus cochleae bis in das Spiralblatt hinein. HUSCHKE beschrieb die membranöse Spirallamelle mit den Zähnen, den Labien, dem Sulcus und der Papilla spiralis. Von den vielen verdienten Forschern, welche anfangs der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts unsere Kenntnisse über den mikroskopischen Bau des Labyrinths gewaltig förderten, seien namentlich erwähnt: CORTI, KOELLIKER und REISSNER; von späteren: DEITERS, CLAUDIUS, BÖTTCHER, HASSE, HENSEN, SCHULTZE, ODENIUS, REICHERT, LÖWENBERG, HENLE, WALDEYER, HUSCHKE, GOTTSTEIN, NUEL, KRAUSE und RETZIUS.

Die **vergleichende Anatomie** des membranösen Labyrinths der Säugetiere ist noch viel zu wenig studiert, als daß über die-

*) Von den Zeichnungen, welche Verf. für den Abschnitt „Das innere Ohr" bestimmt hatte, konnte nur ein Bruchteil hier reproduziert werden; es geschah dies namentlich mit Rücksicht auf die hohen Herstellungskosten, welche dem Verleger aus den großen farbigen Figuren im Kapitel „Vascularisation" erwachsen sind. Ich verweise für das Fehlende auf die vorzüglichen Originalabbildungen von RETZIUS (Das Gehörorgan der Wirbeltiere, Bd. II) und auf deren Reproduktion in SCHWALBE'S Lehrbuch der Anatomie des Ohres, 1887.

selbe hier eine kurze zusammenfassende Darstellung gegeben werden könnte (vergl. RETZIUS, Das Gehörorgan, Bd. 2: Kaninchen, Ochs, Schwein, Katze). — Eingehendere vergleichende Studien über das knöcherne Labyrinth hat HYRTL gemacht (HYRTL, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugetiere, Prag 1845).

Deskriptive Anatomie des inneren Ohres.

1. Uebersicht.

Das innere Ohr stellt ein System von Hohlräumen dar, deren Gesamtheit in ihrer äußeren Form derjenigen der Hohlräume des knöchernen Labyrinths entspricht, denn der periostale Ueberzug des letzteren (Endost) bildet die Oberfläche des inneren Ohres. In dem

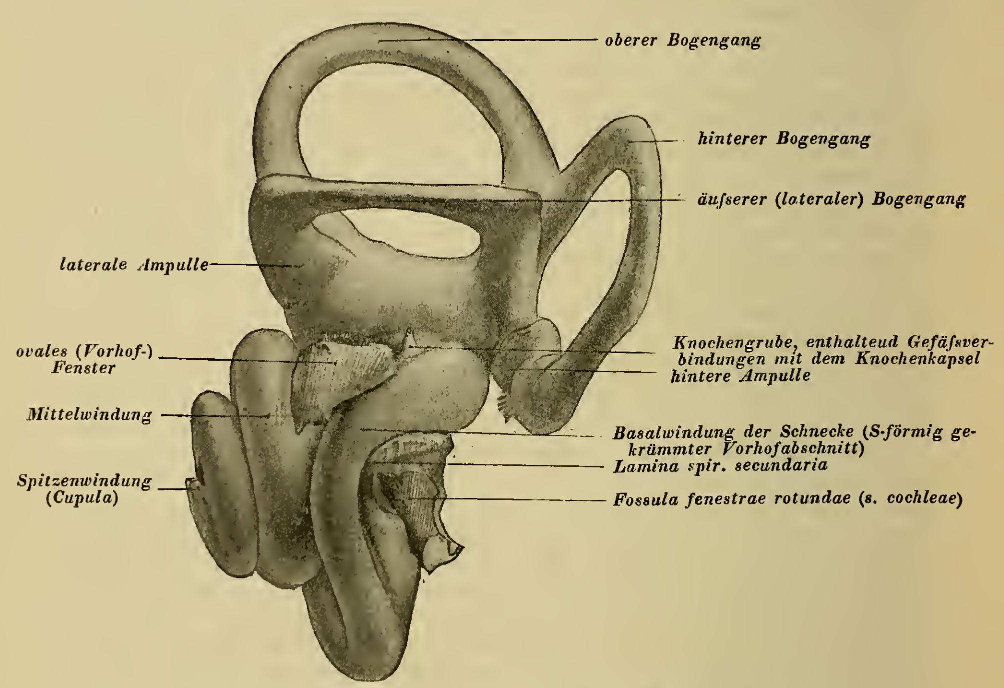


Fig. 57. Ausguß des knöchernen Labyrinthes von außen-unten.

durch das Endost umschlossenen Labyrinthraum steckt ein zartwandiges zweites Hohlraumsystem, das häutige Labyrinth oder der endolymphatische Raum, welcher dem embryonalen Labyrinthbläschen entspricht, sich im weiteren Verlauf der fötalen Entwickelung aber reich gliedert. Was zwischen Endost und endolymphatischem Labyrinthraum liegt, wird als perilymphatischer Raum bezeichnet. Der endolymphatische Raum ist nach außen makroskopisch überall abgeschlossen und enthält die als Endolymphe bezeichnete Flüssigkeit, während der perilymphatische Raum durch den Schneckenaquädukt mit dem Subarachnoidealraum der hinteren Schädelgrube frei kommuniziert und dementsprechend mit Cerebrospinalflüssigkeit gefüllt ist. — Bezüglich der Gestalt der endostalen

Labyrinthhülle verweise ich auf das bezügliche osteologische Kapitel dieses Handbuches (Skeletlehre, 2. Abt.: Kopf, von Prof. Dr. Graf v. Spee, Jena 1896, p. 196—214), sowie auf die nebenstehenden Abbildungen von Ausgüssen, welche in vollkommenerer und übersichtlicherer Weise, als es durch einfache Schnitte möglich wäre, die be-

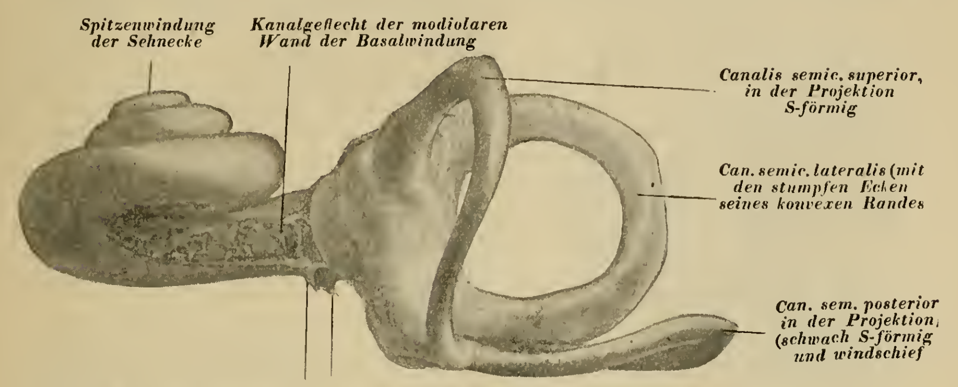


Fig. 58. Labyrinthausguß (von oben) mit dem Kanalgeflecht der modiolaren Schneckenwand.

treffenden Formverhältnisse illustrieren. Vorausgeschickt mag hier werden, daß beim inneren Ohr die Längsaxe der Einfachheit halber als transversal liegend angenommen wird, während sie ja in Wirklichkeit von hinten-oben-lateral nach vorn-unten-medial verläuft. Das laterale Ende dieser Längsaxe liegt im Scheitel des lateralen halb-

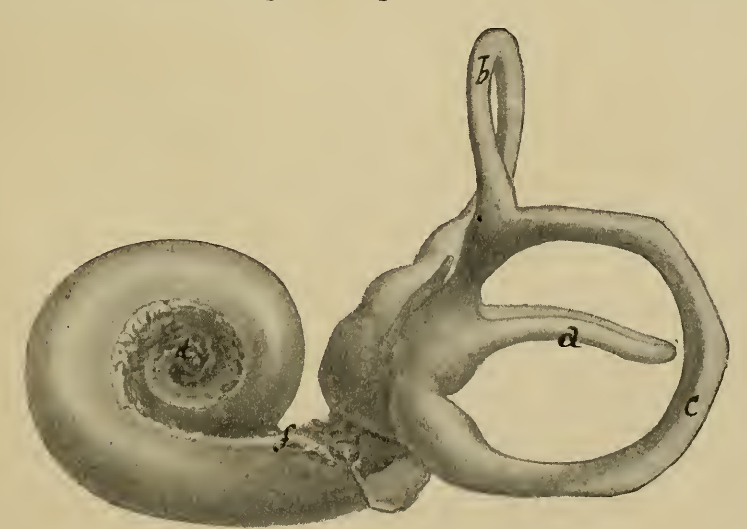


Fig. 59. Labyrinthausguß von hinten, mit der charakteristischen Flächenkrümmung des hinteren Bogenganges (*a*), der windschiefen Stellung der oberen Bogengangfläche (*b*) und dem eckigen Verlauf des konvexen Randes des hinteren Bogenganges (*c*). Kanalgeflecht (*d*) in der modiolaren Wand der mittleren und der Spitzen-Windung. *f* Verlauf des Canalis spiralis modioli tympanicus (hintere Spiralvene).

zirkelförmigen Kanals, das mediale Ende in der äußeren Wand der Basalwindung der Schnecke ungefähr an der Grenze zwischen erster und zweiter Hälfte der Basalwindung. Messungen an Korrosionspräparaten ergaben mir dafür beim Erwachsenen eine Länge von 15,5 bis 19,5 cm, im Mittel 17,1 cm. Neben diesem orientierenden Längsdurchmesser ist allerdings — wie dies z. B. auch für die Maße der Schädelkapsel üblich ist — noch ein größter Durchmesser zu unterscheiden; derselbe konnte natürlich bloß an Korrosionspräparaten gemessen werden und betrug hier beim Erwachsenen 17,5—21,5 cm, im Mittel 19,1 cm.

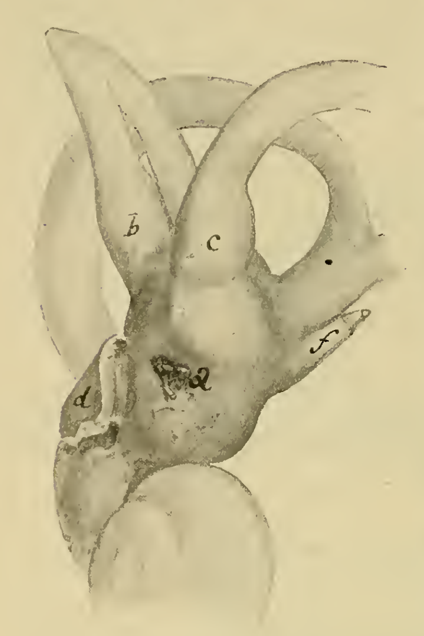


Fig. 60. Labyrinthausguß (von oben und vorn) mit der Pyramis vestibuli, welche hier als ein trichterförmiges Grübchen (*a*) erscheint, in welches sich die Fasern des N. utricularis hineinsenken. Die zu der äußeren (*b*) und oberen (*c*) Ampulle ziehenden Nerven(-Kanalausgüsse) sind künstlich entfernt. Bei *d* befindet sich die Fenestra cochleae, bei *f* die innere Apertur des Canalis aquaeductus vestibuli.

Das häutige Labyrinth besteht a) aus 3 in den entsprechenden knöchernen Kanälen verlaufenden Bogengängen, b) aus 2 im knöchernen Vestibulum enthaltenen Bläschen — dem Sacculus und dem Utriculus — und dem auf der Rückfläche der Pyramide in die Dura eingebetteteten Saccus endolymphaticus; endlich c) aus einem den $2^1/_2$ Windungen der Schnecke entsprechenden Kanal — dem Ductus cochlearis. Die Teile des membranösen Labyrinths flottieren nicht frei mitten im endostalen Raum, sondern sie sind stellenweise durch strafferes Bindegewebe wenigstens je an eine der endostalen Wände des knöchernen Labyrinthraumes eng angeheftet und an den meisten übrigen Stellen durch längere, fadenförmige, zarte Stränge fixiert; dementsprechend liegt das häutige Labyrinth excentrisch im perilymphatischen Raum: Die häutigen Kanäle der Bogengänge tangieren in ihrem ganzen Verlauf die äußere konvexe, d. h. die vom Centrum des knöchernen Bogens am meisten entlegene Wand. Die häutigen Ampullen und die Säckchen sind mit dem Endost auf derjenigen Fläche verwachsen, welche sie der ihr zugehörigen Nerveneintrittsstelle zukehren. In der Anheftungsweise des Ductus cochlearis im knöchernen Schneckenkanal finden wir beide Prinzipien vereinigt. Wenn man diesen allgemein gehaltenen Satz festhält, wird man sich leicht orientieren können über die sonst etwas kompliziert erscheinenden topographischen Verhältnisse. Die 3 Ampullen und die 2 Vorhofsäckchen enthalten je eine cirkumskripte fleckförmige Nervenendstelle mit einschichtigem hohem, bewimpertem Epithel, während die Schneckenwand in ihrer ganzen Länge ein schmales Band von eigentümlich gebautem Sinnesepithel trägt. Die Bogengänge enthalten kein hohes Epithel und anscheinend auch keine

Nerven. Bogengänge, halbzirkelförmige Kanäle, Ampullen und Säckchen bilden zusammen den sog. Vestibularapparat; sie besitzen lediglich statische Funktionen und haben, wie Phylogenese und neuere Experimente ziemlich übereinstimmend ergeben, mit der Empfindung von Gehöreindrücken nichts zu thun. Akustisches Organ ist bloß die Schnecke.

2. Der Vestibularapparat.

Den kräftigsten, voluminösesten Teil des membranösen Vestibularapparates bildet der Utriculus. Er besitzt die Form eines fötalen Uterus oder eher diejenige eines umgekehrten lateinischen T. Der senkrechte Schenkel desselben entspricht dem gemeinsamen Schenkel des membranösen oberen und hinteren halbcirkelförmigen Kanales, und liegt dementsprechend im knöchernen Crus commune; es ist dies der Sinus communis. Der horizontale, nach unten gekehrte Teil des T wird repräsentiert durch einen Schlauch, welcher den lateralen oberen*) Teil des Vestibulums einnimmt und welcher von der Stelle der vorderen und oberen Ampulle rückwärts und abwärts bis zur hinteren Ampulle sich erstreckt. Der Sinus communis steht annähernd senkrecht auf diesem Schlauch und teilt ihn dadurch in einen hinteren unteren und einen vorderen oberen Schenkel. Ersterer, der Sinus posterior, ist relativ eng und kurz und kommuniziert frei mit der hinteren Ampulle; letzterer, der vordere obere Schenkel, ist länger und weiter; er baucht sich medialwärts in den Recessus ellipticus der Vestibulumwand vor und liegt derselben als Recessus utriculi ziemlich eng an. Eine noch innigere Verbindung besitzt die membranöse Wand des Recessus mit der oberen hinteren Fläche der Pyramis, da sich hier die Ein- resp. Austrittsstelle des N. utricularis befindet. Entsprechend derselben trägt die innere Oberfläche der unteren Wand des Recessus hier charakteristisches, hohes Sinnesepithel. Schnitte, welche zur Längsaxe des Labyrinths senkrecht orientiert sind, treffen diese Macula (acustica) utriculi annähernd senkrecht und liefern daher treffliche Bilder, während — wie das weiter unten noch erörtert werden soll — die Fläche der Macula sacculi bei dieser Schnittrichtung tangential und daher viel ungeeigneter getroffen wird. Die Macula utriculi zeichnet sich (wie auch die Macula sacculi) makroskopisch durch eine hellere Farbe aus; sie hat die Form eines rautenförmigen Blattes, dessen seitliche Ecken etwas abgerundet und dessen Spitze nach hinten lateral gerichtet ist. Nach vorn oben und lateralwärts kommuniziert der Recessus superior mit der gemeinsamen Oeffnung der vorderen und lateralen Ampulle. — Etwas nach vorn von der Stelle, wo der Sinus communis mit dem Sinus superior zusammentrifft, geht vom Boden des letzteren eine sehr enge Röhre ab, der Canalis utriculosaccularis, welcher nach hinten umbiegt und in den hier vorbeiziehenden Ductus endolymphaticus des Sacculus einmündet. Wie aus der embryologischen Einleitung und aus Fig. 11 hervorgeht, ist der Canalis utriculosaccularis ursprünglich relativ und absolut viel weiter; er steht in jenem Stadium mit dem Sacculus in mindestens so freier Verbindung wie mit dem Ductus endolymphaticus.

Der Sacculus hat die Gestalt einer plan-konvexen Linse, deren

*) Vergl. p. 299 betr. Orientierung des Labyrinths.

Rand im oberen Umfange abgerundet ist, im unteren Umfange aber sich trichterförmig nach unten zuspitzt zu einer kurzen Röhre, dem Ductus reuniens Henseni, welcher in den Vorhofblindsack (Caecum vestibulare) des Ductus cochlearis mündet und die Verbindung der endolymphatischen Vorhofräume mit der Schnecke vermittelt. Die konvexe Seite des Sacculus liegt im Recessus rotundus; hier treten die Fasern des Ramus saccularis durch den Knochen an die mediale Vestibularwand und verbreiten sich radiär in die ihr anliegende Partie des Sacculus. Die oben abgerundete Kante des Sacculus ist etwas lateralwärts abgebogen, unter den Utriculus geschoben und an ihn angeheftet; die Grenze zwischen beiden Vorhofsäckchen bezeichnet hier die Pyramis vestibuli, sowie die vordere und hintere Crista vestibuli und die von ihr ausgehenden kürzeren und längeren Bindegewebszüge. Vom hinteren lateralen Umfange des Sacculus geht nach unten ein trichterförmig sich verengernder Fortsatz (Sinus utricularis sacculi) ab; seine Fortsetzung, eine Röhre von etwas geringerem Lumen als der Ductus reuniens, steigt an der hinteren medialen Seite des Sinus communis utriculi eine kurze Strecke aufwärts unter Aufnahme des Canalis utriculosaccularis, senkt sich dann in die Apertura interna des knöchernen Vorhofaquäduktes hinein, durchzieht denselben in seiner ganzen Länge bis an die äußere Apertur dieses Knochenkanals und endigt daselbst dicht unterhalb dieser Apertur innerhalb der Dura der hinteren Felsenbeinfläche blind als Saccus aquaeductus vestibuli s. endolymphaticus. Wenn man an dieser Stelle einen Kreuz- oder ⊤-Schnitt macht, so läßt sich ein äußeres Duralblatt zurückschlagen und unter demselben erscheint der flache, glatte, kaum fingernagelgroße, blaßwandige Boden dieses spaltförmigen Raumes.

3. Bogengänge und Ampullen.

Die häutigen Ampullen und Bogengänge entsprechen in ihrer Lage den 3 knöchernen Ampullen und Bogengängen; wie hier unterscheidet man auch dort eine obere, eine laterale und eine hintere Ampulle resp. Bogengang. Die häutigen Kanäle sind im Verhältnis zu den knöchernen, abgesehen vom Canalis communis, außerordentlich dünn; die membranösen Kanäle liegen den knöchernen, wie schon oben bemerkt, an ihrer konvexen Kante straff an; gefäßhaltige, Bindegewebszüge (Ligamenta labyrinthi Rüdinger) ziehen auch an die benachbarten Partien der endostalen (knöchernen) Kanalwand und fixieren daselbst den häutigen Kanal; dagegen bleibt die der konkaven Kante zugekehrte Wand des häutigen Kanals gewöhnlich frei von solchen Ligamenten. Die 3 Ampullen bilden seitlich, d. h. von der Bogengangsfläche her, abgeplattete Säckchen. Sie füllen den endostalen Raum bedeutend besser aus als die Bogengänge, d. h. ungefähr zur Hälfte. An ihrer der konvexen Bogengangskante entsprechenden Wand ist letztere eingestülpt in Form einer zur Längsaxe der Ampulle querverlaufenden, das Lumen bis auf $^2/_3$ seiner Höhe verengernden Firste, der Plica transversa, deren innere Oberfläche, die Crista ampullaris, als Nervenendstelle der Ampulle hohes Sinnesepithel trägt. Die Plica transversa steigt, entsprechend der Verbreitung des Nervenbündels und seinem zangenartigen Umfassen des Ampullenbodens, an den Seitenwänden etwas

empor, so daß beim Blick in der Längsrichtung der Ampulle ihre Firste nach oben konkav erscheint; von der Fläche betrachtet, hat die Crista Bisquitform, indem jedes der beiden nach der Seitenwand aufsteigenden Enden sich daselbst verbreitert. Der halbmondförmige, durch eine Epithelverdickung bezeichnete Rand dieser Verbreiterung wird Planum semilunatum genannt. Längs des gewölbten Daches der Ampulle verläuft in seiner Mitte ebenfalls eine streifenförmige, schwache Epithelverdickung, die Raphe.

4. Der perilymphatische Raum.

Der perilymphatische Raum des inneren Ohres liegt zwischen der endostalen Auskleidung des Knochens und der Wand des endolymphatischen Apparates. Seine Oberfläche ist mit Endothel ausgekleidet. Entsprechend der schon oben genau beschriebenen excentrischen Lage der beiden Vorhofsbläschen ist der perilymphatische Raum des Vestibularapparates am weitesten im vorderen-unteren Abschnitt des Vorhofes, also in dem hinter der Fenestra ovalis liegenden Gebiet (vergl. Fig. 45). Er wird hier von RETZIUS Cisterna perilymphatica (vestibuli) genannt; die 3 Durchmesser derselben betragen je ca. 3 mm; die größte Ausdehnung besitzt sie in anteroposteriorer Richtung. Die Cisterne wird oben und hinten begrenzt durch den Recessus utriculi und rückwärts durch den Sacculus; an ihrem Grunde liegt das vestibulare Ende des Spiralblattes und des Ductus endolymphaticus der Schnecke mit dem Coecum vestibulare und mit dem Ductus reuniens*). Medialwärts geht die Cisterne direkt über in die vestibulare Schneckentreppe, in deren Spitze die perilymphatische Flüssigkeit um die innere Kante des Helicotrema herum kommuniziert mit der tympanalen Scala. Im lateralen, hinteren und oberen Teil des Vestibulums verbreitet sich die perilymphatische Flüssigkeit zwischen der Bläschenwand und dem Endost überall, wo die beiden nicht zu innig aneinander geheftet sind, z. B. auch im Bindegewebspolster der Cristae und der Maculae; die weitesten Stellen dieses mit ligamentösen, pigmenthaltigen Fäden und Bändchen quer durchspannten, spaltförmigen Raumes finden sich im hinteren Abschnitt des Vestibulardaches, am Dache der Ampullen und namentlich den konkaven Bogengangswänden entlang. Nach meinen mehrfachen Untersuchungen (Injektion von berlinerblauhaltiger Flüssigkeit vom Schädelinneren bei Kaninchen) muß ich mich denjenigen Forschern anschließen, welche behaupten, daß eine freie Kommunikation des perilymphatischen Raumes des Labyrinthes mit dem Subarachnoidealraum bestehe und daß diese in der Hauptsache durch den Aquaeduct. cochleae sich vollziehe. Zur Injektion des subduralen Raumes, für welchen eine Kommunikation mit den perilymphatischen Räumen von MICHEL sowie von SCHWALBE auf Grund von Experimenten angenommen wird, bedarf es nach meiner Erfahrung einer Druckhöhe der Flüssigkeit, welche 30 cm übersteigt und Zerreißungen und künstliche Wege verursacht. RETZIUS kommt neuerdings zu ähnlichen Resultaten auf umgekehrtem Wege, d. h. durch Injektion vom runden Fenster aus.

*) Bei Resektionen der Labyrinthwand am unteren Umfang des ovalen Fensters (vergl. Fig. 45) wird stets das Lig. spirale verletzt. Auch eine Schädigung der REISSNER'schen Membran resp. Eröffnung des Ductus cochlearis ist dabei wohl kaum zu vermeiden.

Histologisches zur Anatomie des Vestibularapparates.

Die Wand der endolymphatischen Räume wird gebildet durch eine homogene, sehr zarte und dünne Haut, welche stellenweise konzentrische Schichtung oder Faserung erkennen läßt. Eigentümliche zotten- oder papillenartige Erhebungen finden sich — wenigstens beim Erwachsenen — in der Regel in der freien Wand der Bogengänge und in der Randzone der Cristae und Maculae. Eine bedeutendere Wandverdichtung in Form eines lockeren bindegewebigen von Nervenfasern durchzogenen und von Perilymphe durchströmten Polsters ist den Nervenendstellen eigen. Der innere Ueberzug des endolymphatischen Vestibularapparates besteht aus einschichtigem Epithel, welches mit Ausnahme der Maculae und Cristae im ganzen niedrig, breit und polygonal gestaltet ist. Deutliches hohes Cylinderepithel findet sich an der Raphe und am Boden der Ampulle, sowie am Rande der Maculae und Cristae, etwas höhere schmälere Zellen auch am Dache des Utriculus.

Cristae und Maculae besitzen den nämlichen mikroskopischen Bau; erstere zeichnen sich bloß durch die hohe Cupula, letztere durch ihre Otolithenmembran aus.

Sie bestehen aus einem einschichtigen, abnorm hohen Epithel von eigentümlicher Beschaffenheit. Auf dem Durchschnitt erblickt man cylinderförmige Zellen, deren Kerne in zwei unregelmäßigen Reihen angeordnet sind, entsprechend den 2 Formen, welche diese Zellen bei näherer Betrachtung zeigen: die einen Zellen, deren Kerne niedriger liegen, sind lange, schmale, säulenförmige Gebilde, deren Seitenränder um den Kern herum leicht anschwellen, höher oben sich etwas ausbuchten und gegen das rechtwinklig gestutzte Ende wieder etwas anschwellen. Zwischen diesen S t ü t z z e l l e n liegen, von den ausgebuchteten Seitenwänden anscheinend zangenförmig festgehalten, die eigentlichen Sinneszellen — die Haar- oder F a d e n z e l l e n. Dieselben sind in ihrer oberen Hälfte aufgetrieben. Ihre untere Hälfte ist hochgradig verschmälert, fadenförmig; daß sie gänzlich fehle (Retzius), konnte ich in meinen Präparaten wenigstens nicht regelmäßig finden. Der untere Umfang der bauchigen Auftreibung tritt in engen Kontakt mit dem als peripherer Fortsatz der bipolaren Ganglienzelle herankommenden Sinnesnerven, geht aber nicht direkt in denselben über (Retzius). Es geschieht dies vielmehr dadurch, daß die Nervenfaser, welche beim Eintritt durch die Basalmembran ihrer Markscheide verlustig geht, sich in der Umgebung der Haarzellen verästelt, dieselben schalen- oder körbchenartig umspinnt und zwischen ihnen hoch emporsteigt (Retzius, Niemack, Lenhossék). Ihren Namen hat die Fadenzelle daher, daß

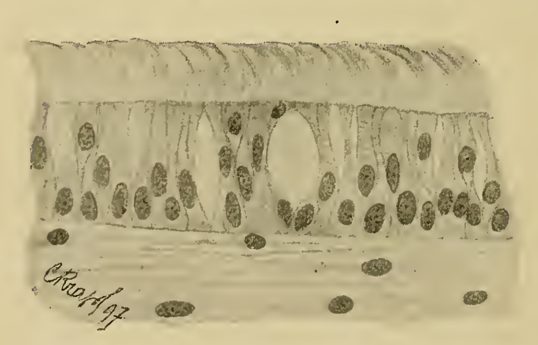


Fig. 61. Epithel der Macula utriculi (Mitte) in teilweise leiterförmiger Anordnung.

sie, im Niveau des oberen Endes der Stützzelle nur ein vorläufiges Ende findend, auf ihrem cuticularartigen Saume ein aus feinen, zuweilen büschelförmig auseinander tretenden Fibrillen zusammengesetztes Haar trägt. Diese Haare sind bei der Fadenzelle der Maculae relativ kurz. Die untere Hälfte der Haare bildet in mikroskopischen Präparaten eine meist homogene, hier und da in senkrechter Richtung fein gestreifte, stark lichtbrechende Schicht, deren Höhe bei den verschiedenen Individuen etwas variiert, die aber ungefähr derjenigen der Epithelschicht gleichkommt, und aus deren Oberfläche die Haarenden auftauchen. Letztere sind alle nach der nämlichen Richtung niedergedrückt, seltener stehen sie wirr durcheinander aufrecht. Zwischen und über ihnen findet sich eine dünne, schleimig-weiche Schicht — die Otolithenmembran — in deren Substanz die zahlreichen kleinen Otokonienkrystalle suspendiert sind. Bei der Entkalkung des Knochens verschwinden natürlich die Otokonien, da sie in der Hauptsache aus kohlensaurem Kalk bestehen. Die Wimperhaare der Cristae sind bedeutend länger und reichen an gut erhaltenen Präparaten zuweilen über die Mitte der Ampullenhöhe; gegen die Ampulle hin konvergieren sie und bilden infolge seitlichen Zusammenklebens durch die halbflüssige Zwischensubstanz im mikroskopischen Präparat die kegelförmige Cupula, welche aber schon beim Fixieren, und noch mehr beim Entkalken meistens in toto abgehoben und oft zertrümmert wird. Steinbrügge schätzt die Länge der Cristahaare auf 1 mm, der Maculahaare auf 70 μ.

Die Zellen der Maculae und Cristae stehen nicht überall dicht aneinander gedrängt, sondern lassen auf Durchschnitten stellenweise deutlich die Anordnung des His'schen Leiterepitheltypus erkennen, eine Thatsache, auf welche auch schon Steinbrügge aufmerksam gemacht hat. — Gegen die Peripherie der Maculae und Cristae hin wird das Sinnesepithel niedriger, nach außen schließt sich eine Zone kubischer Zellen an, und bei den Cristae gehen letztere peripher unter nochmaligem Erheben des Epithels in unbewimperte cylindrische Zellen über. Diese letztere Grenzzone entspricht bei den Cristae dem Stratum semilunatum. Kayser fand, daß die Perilymphe des subepithelialen Bindegewebes der Cristae und Maculae vermittelst netzförmig zusammenhängender Saftlücken der Basalmembran in Verbindung steht mit dem Intercellularraum der Haarzellen.

Die Schnecke (Cochlea). (Fig. 62 u. 65.)

Bei der Beschreibung der Schnecke und der Benennung ihrer einzelnen Teile geht der Anatom von der Voraussetzung aus, daß sie mit der Axe — dem Modiolus — senkrecht gestellt ist. Man denkt sich dabei die Spitze (Cupula) nach oben gerichtet. Die der Cupula zugekehrte Wand des Schneckenkanals ist demnach in allen Windungen die obere, die der Basis zugewandte die untere Wand des Kanals; die innere Wand entspricht dem Modiolus, die äußere Wand der Schneckenkapsel. In Wirklichkeit liegt in der Leiche die untere Wand nur im Anfangsteil der Basalwindung unten; im weiteren Verlauf tritt eine Drehung des Schenkelkanals um seine Längsaxe nach unten und hinten derart ein, daß die „untere Wand" nach der hinteren Felsenbeinfläche schaut. — Die unterste Windung ist die Basalwindung, dann folgt die Mittelwindung und zuoberst die Spitzenwindung.

Abgesehen von den beiden Enden der Schnecke, deren besonderes Verhalten in der Folge ebenfalls näher erörtert werden soll, zerfällt der Raum des Schneckenkanals in seiner ganzen Länge in die beiden Hauptabschnitte der tympanalen und der vestibularen Skala. Beide Skalen werden im knöchernen Präparat unvollständig getrennt durch die Lamina spiralis, während letztere bei der nicht macerierten Schnecke durch eine membranöse Platte ergänzt wird und vermittelst derselben sich kontinuierlich in die äußere Wand fortsetzt, so daß die beiden Skalen nun gegeneinander vollständig abgeschlossen sind und nur in dem oberen Ende der Schneckenspitze noch miteinander kommunizieren. Eine weitere Teilung des Schneckenkanals erfolgt durch den relativ engen Ductus cochlearis membranaceus, welcher in der vestibularen Skala liegt und daselbst teils an der Außenwand, teils auf dem Spiralblatt fest angeheftet ist. Die tympanale Skala endet in der Basalwindung am runden Fenster, während die vestibulare Skala in weitester Verbindung steht mit der Cisterna perilymphatica des Vorhofs. Beide Skalen sind, soweit der membranöse Ductus cochlearis nicht in Betracht kommt, mit perilymphatischer Flüssigkeit gefüllt und stehen durch den Aquaeductus cochleae im Kommunikation mit den Subarachnoidealräumen. Ihre Auskleidung besteht in einem zarten, mit Endothel überzogenen Periost oder Endost. Der eigentliche membranöse Schneckenkanal, der Ductus cochlearis membranaceus, endigt oben blind in der Spitze der Schnecke — Coecum cupulare —; sein unteres (Vorhof-)Ende wird gebildet durch den Vorhotblindsack; doch endigt er in Wirklichkeit hier nicht blind, da unmittelbar oberhalb des Coecum vestibulare der Canalis reuniens einmündet und eine freie Kommunikation herstellt zwischen ihm und den endolympathischen Räumen des Vorhofs, in erster Linie also mit dem Sacculus und von hier aus einerseits mit dem Utriculus und den Bogengängen, andererseits mit dem Saccus aquaeductus vestibuli. Die Länge des knöchernen Schneckenkanals kann nur an Korrosionspräparaten richtig bestimmt werden; ich fand bei 2 Messungen an der Schnecke des Erwachsenen für die Längsaxe des Kanals 36,5 und 38,0 mm. Da der Ductus membran. der äußeren Wand näher liegt als die von mir bestimmte Längsaxe und daher noch ziemlich länger sein muß, hat RETZIUS für ersteren mit 35 mm jedenfalls eine zu kleine Zahl angegeben.

Der perilymphatische Schneckenraum findet sich zum größten Teil ausführlich abgehandelt in der Skeletlehre, Abt. II dieses Handbuches (vergl. Graf v. SPEE: Kopf, S. 201), so daß ich mich hier beschränken kann auf die Beschreibung des Ductus membranaceus und der Lamina spiralis. Die Nerven und Gefäße der Schnecke werden zum Schlusse des Kapitels gemeinsam mit denjenigen des Vestibularapparates beschrieben werden.

Der Ductus cochlearis membranaceus

besitzt, abgesehen von seinen blindsackförmigen, plattgedrückten Enden, die Form eines dreiseitigen Prismas, dessen Längsxse entsprechend dem Verlaufe des knöchernen Schneckenkanals spiralig aufgerollt erscheint. Dieses Prisma liegt in der vestibularen Skala fest angeheftet im Winkel zwischen äußerer Wand und Spiralblatt; dementsprechend unterscheidet man am Ductus cochlearis membr. eine äußere, eine vesti-

bulare und eine tympanale Wand. — Dadurch daß der ganze knöcherne Schneckenkanal von der Basis gegen die Spitze zu allmählich an Höhe bedeutend einbüßt, während die Breitenabnahme innerhalb relativ geringerer Grenzen erfolgt, verringert sich gleichzeitig auch der Winkel zwischen tympanaler und äußerer Wand des Ductus. Die Abnahme dieses Winkels wird zwar dadurch etwas abgeschwächt, daß der membranöse Teil des Spiralblattes in der Mittel- und Spitzenwindung nicht mehr an der Mitte der äußeren Wand sich inseriert, sondern daselbst allmählich gegen den Boden der tympanalen Skala herabrückt. Letzterer Umstand sowie die rasche Abnahme der Modiolusdicke führen dazu, daß das Lumen der vestibularen Skala in ihrem Verlauf von unten nach oben viel weniger abnimmt als die tympanale Skala. Infolgedessen wird der membranöse Ductus cochlearis auch nahe dem oberen Ende nicht eingeengt durch die knöchernen Wände, obwohl er daselbst noch so voluminös erscheint wie in seinem unteren Teil. Auf dem Querschnitt erscheint der Anfangsteil des Ductus cochlearis, im Großen betrachtet, als ein gleichschenkliges rechtwinkliges Dreieck, dessen rechter Winkel unten und außen liegt. In der Mittelwindung besitzt der Querschnitt die Gestalt eines Kreissektors, dessen Bogen durch die äußere Wand dargestellt wird. In dem Ende der Spitzenwindung endlich erscheint das Lumen quer-oval. Dadurch daß der oberste Teil des Ductus cochlearis auf dem hier nach der Schneckenaxe zu freien hackenförmigen Ende des Spiralblattes liegt und dasselbe mit seiner abgerundeten Spitze noch etwas überragt, ein Modiolus aber daselbst nicht mehr vorhanden ist, wird von dem inneren (konkaven) Rande des Helicotrema resp. der inneren Wand der Spitzenwindung des häutigen Schneckenkanals und dem blinden Ende des knöchernen Kanals der Rahmen einer trichterförmigen Oeffnung (Infundibulum Vieusseni) gebildet, durch welche zwischen vestibularer und tympanaler Skala die perilymphatische Flüssigkeit freien Durchtritt hat. In beiden Skalen ist der perilymphatische Raum hier eng; an der Spitze des Kuppelblindsacks selbst ist er nur noch spaltförmig und von gefäßreichem, kernhaltigem, lockerem, an das Endost der knöchernen Wand sich fixierendem Bindegewebe beinahe so durchzogen, wie wir dies an der Anheftungsstelle der Vorhofsäckchen gesehen haben.

Die äußere Wand des Ductus cochleae membr. wird gebildet durch einen Teil der Bindegewebslage, welche als Endostverdickung fast die ganze äußere Wand der knöchernen Schnecke überzieht und deren Gesamtmasse als Ligamentum spirale (sive Stratum semilunare) bezeichnet wird. In Radiärschnitten erscheint dieses Polster sichelförmig, indem es am oberen und unteren Rande allmählich wieder auf die gewöhnliche Dicke des Endosts des perilymphatischen Raumes sich reduziert und kontinuierlich in dasselbe übergeht. Seine dickste, leistenförmig prominente Stelle entspricht der Insertionsstelle des membranösen Spiralblattes, d. h. der unteren Wand des membranösen Schneckenkanals. Eine unbedeutende, nur in den oberen 2 Windungen deutlicher ausgesprochene Leiste (Crista membranae Reissneri) findet sich an der Insertionsstelle der Reissner'schen Membran. Der größere Teil des Ligam. spirale gehört der vestibularen Skala an. Nach oben erstreckt es sich nur wenig über die Crista membranae Reissneri hinaus. Dasjenige Stück dieses Ligaments, welches dem membranösen Schneckenkanal angehört und

seine äußere Wand bildet, wird durch eine flache spirale Leiste, die Prominentia spiralis, in eine obere und eine untere Hälfte geteilt. Auf Radiärschnitten erscheinen beide Hälften auf ihrer inneren Oberfläche flach konkav. Die untere engere, dem Spiralblatt anliegende Furche ist mit einschichtigem, kubischem Epithel ausgekleidet und heißt Sulcus spiralis externus, die obere flachere und breitere Furche trägt gefäßhaltiges, pigmentreiches Epithel, dessen oberflächliche Schicht aus echten Epithelzellen von unregelmäßig polygonaler Gestalt zusammengesetzt ist und deren tiefe Lagen aus Zellen bestehen, welche namentlich in den oberen Schichten ähnliche Formen aufweisen wie das Oberflächenepithel, nach der Tiefe zu aber immer deutlicher den Charakter von Bindegewebe annehmen. Die Gesamtmasse dieser sonderbaren epithelioiden und wirklich epithelialen Zellen samt ihren Gefäßen wird als Stria vascularis bezeichnet. Gegen die Crista membranae Reissneri flacht sich die Stria allmählich ab und endet an ihr; das Nämliche geschieht nach der Prominentia spiralis hin, deren Epithel einschichtig und wenigstens in der oberen Hälfte ziemlich niedrig ist. Das Ligamentum spirale selbst besteht aus einem zellenreichen, lockeren Bindegewebe, dessen Maschen ich regelmäßig in der Spitzenwindung am größten, in der Basalwindung am engsten finde und welches noch deutlich den Charakter des Bindegewebes besitzt, welches im embryonalen Zustand den perilymphatischen Raum ausfüllt. Wo es dem Knochen anliegt, ist es kernreicher und dichter; das Nämliche ist der Fall in der unter der Stria vascularis gelegenen Schicht und in der Prominentia spiralis. Im unteren Abschnitt der Schnecke sehr deutlich, dagegen nicht mehr in der Spitze, konvergieren diese Fasern fächerartig gegen die Insertionsstelle des Spiralblattes. Letztere wird durch homogenes glashelles Gewebe gebildet, welches, wie die Membrana tectoria, in mit Hämatoxylin-Eosin gefärbten Präparaten fast ungefärbt bleibt; es zieht sich — breit und deutlich in Radiärschnitten der Basalwindung, schmäler in der Mittelwindung, gar nicht mehr in der Spitze — als Grundsubstanz des Sulcus spiralis auch noch eine Strecke weit aufwärts bis in die untere Hälfte der Prominentia spiralis. Ausnahmsweise finde ich die Stria vascularis bis zur Mitte der Prom. spiralis hinab sich erstrecken und daselbst das Vas prominens (s. u.) noch in sich aufnehmen.

Die innere obere Wand, vestibulare Wand (Membrana vestibularis Reissneri) des membranösen Schneckenkanals, wird gebildet durch eine homogene dünne Haut, welche oben-außen an der Crista membr. Reissneri des Ligament. spirale angeheftet ist und unten-innen sich auf dem knöchernen Spiralblatt nahe seinem inneren Ende (ca. $^{1}/_{5}$ mm vom freien Rande des Labium vestibulare entfernt) inseriert. In der Basal- und Mittelwindung findet sich die REISSNER'sche Membran in langsam entkalkten Präparaten, namentlich wenn dieselben schon vor der Entkalkung in Celloidin eingebettet worden sind, straff angespannt. Wird das knöcherne Labyrinth uneröffnet fixiert und darauf sofort in Säure gelegt, oder ist aus anderen Gründen das Entweichen der bei der Entkalkung sich um den Ductus membranaceus herum bildenden Kohlensäureblasen behindert, so wird die Membran hinabgedrückt, selbst bis zur Abflachung und Zertrümmerung der Papilla spiralis. Das nämliche tritt ein, wenn während oder vor dem Hinüberheben des Präparates aus dem Alcohol. abs. in Celloidin ersterer aus den Hohlräumen zu reichlich abfließt, oder wenn

die Celloidinmasse, in welche das Präparat behufs Imprägnierung hineingelegt worden ist, vor Verdunstung nicht genügend geschützt wird: das in der Scala vestibuli liegende, nun schwindende Celloidin legt sich dann unter Bildung eines centralen Hohlraumes den Wänden an und sinkt daselbst allmählich zu einer immer dünneren Schicht zusammen. — Nach der Spitze zu rundet sich der Winkel, welchen die Reissner'sche Membran einerseits mit der Wand des Ligamentum spirale, andererseits mit dem Spiralblatt bildet, immer mehr ab und in der Spitzenwindung, wo der Ductus cochlearis mehr eine querovale Gestalt annimmt, erscheint die Reissner'sche Membran auf dem Durchschnitt nach oben und außen konvex gewölbt. Am untersten Ende der Basalwindung dagegen finde ich sie an meinen Präparaten gewöhnlich etwas deprimiert (nach oben konkav) gestaltet.

Die homogene Grundsubstanz der Reissner'schen Membran erscheint, von der Fläche betrachtet, wenigstens in Präparaten von jugendlichen Individuen, deutlich radiär gestreift. Das Vorhandensein vereinzelter spindelförmiger Zellen mit oder ohne Pigment wird von den meisten Beobachtern angegeben. Der innere Epithelbelag besteht aus großen, polyedrisch-flachen Zellen, welche stellenweise zu zottenartigen Prominenzen übereinander geschichtet sind und deren ovale große Kerne mit der Längsaxe radiär gelagert sind.

Die untere oder tympanale Wand des membranösen Schneckenkanals, welche letzteren gegen die Scala tympani abgrenzt, heißt Lamina spiralis membranacea; sie repräsentiert den wichtigsten Teil der Schnecke, da sie das akustische Endorgan — die Papilla spiralis — trägt. Sie enthält in der Basalwindung auch noch die äußere Randzone der knöchernen Lamina spiralis, an welche sich nach außen die (wenigstens in der Basal- und Mittelwindung) ungefähr ebenso breite membranöse Brücke anschließt, welche im macerierten Präparat die zwischen tympanaler und vestibularer Scala bestehende spaltförmige Lücke schließt. Wie meine Untersuchungen ergeben, beteiligt sich die im untersten Teil der Basalwindung von der Außenwand entgegentretende Lamina spiralis secundaria nicht direkt an der Bildung der unteren Ductuswand, sondern sie umgiebt und stützt bloß den untersten Teil des Ligamentum spirale von seiner inneren Fläche her.

An der Lamina spiralis membranacea unterscheidet man eine dicke innere Zone als Crista spiralis sive Limbus laminae spiralis und eine äußere dünne, rein membranöse Zone als Membrana basilaris sive Zona membranacea. Die Crista spiralis wird nach der Spitze der Schnecke zu allmählich dünner, dafür aber — in radiärer Richtung — etwas breiter. Noch viel mehr macht sich diese schon früher erwähnte, von der Basis nach der Spitze zu fortschreitende Verbreiterung des Spiralblattes in der Membrana basilaris geltend, insofern als hier der radiäre Durchmesser von der Basis bis zur Kuppel fast auf das Doppelte, d. h. von 0,45 auf 0,8 mm (Retzius) steigt.

Die Crista spiralis besteht in der Hauptsache aus einer derben, bindegewebigen Masse, welche den freien Rand des knöchernen Spiralblattes überzieht und noch eine Strecke über denselben hinausragt. Nach außen wird die Crista begrenzt von einer stark konkaven Rinne (Sulcus spiralis internus), welche die Crista auf ihrem ganzen Wege durch den Ductus cochleae in 2 Lippen, eine obere kürzere,

dickere und eine untere dünnere, längere, spaltet. Die obere Lippe, das Labium vestibulare, endet frei mit einem scharfen gezähnten Rand; über denselben hinaus ragt die Membrana tectoria, welche mit ihrer inneren Partie der vestibularen Fläche der Crista fest aufliegt und mit ihrem äußeren freien Teil die Papilla spiralis mehr als zur Hälfte überdacht. Die untere Lippe, das Labium tympanicum, ist am dicksten und zugleich auch am kürzesten in der Basalwindung; es liegt der Randpartie des knöchernen Spiralblattes direkt an und (in der Basalwindung) auf, umschließt die aus letzterem austretenden Nervenbündel und geht, nachdem letztere seine obere Fläche schräg von unten-innen nach oben-außen durchbohrt haben, kontinuierlich über in die dünne Membrana basilaris. Die Grundsubstanz der Crista spiralis besitzt da, wo sie dem Knochen direkt aufliegt, periostalen Charakter. Im übrigen besteht sie aus einem glasig-hellen, radiär und von unten-innen nach außen-oben undeutlich gestreiften, der Cornea des Auges ähnlichen Gewebe mit wenigen ovalen, seltener sternförmigen Zellen. Ihre vestibulare Oberfläche ist in der inneren Zone von kleinen flachen, runden und ovalen Höckern besetzt, während auf der Randzone (Zona dentata) lange, unregelmäßig gestaltete Erhabenheiten von nämlicher histologischer Beschaffenheit sich finden, welche mit dem Längsdurchmesser radiär gestellt sind, von der Fläche betrachtet die Form von Schneidezähnen (HUSCHKE'sche Zähne) besitzen und mit ihrem freien inneren Rande den Sulcus überdachen. Die Furchen sind ausgeebnet durch eine einfache Schicht von Epithelzellen, deren tiefgelegene Kerne auf Radiärschnitten scharf in die Augen fallen als eine nicht ganz regelmäßig angeordnete Reihe, und deren Leib nach unten ohne scharfe Grenze in das hyaline Gewebe der Crista übergeht, nach oben zu aber als dünne Platten über den Rücken der Zähne und Warzen sich verbreiten und dem freien Rand des Labium vestibulare die gezackte Kontur verleihen. Der Sulcus spiralis internus ist in seinen oberen Partien auf nämliche Weise mit Epithel überzogen; auf seinem Boden findet sich ein flaches Plattenepithel. Der Uebergang des Labium tympanicum in die Membrana basilaris wird, wie schon oben angedeutet, durch die Zone begrenzt, in welcher seine hier radiär faserig werdende Grundsubstanz durch Auseinanderrücken einer spiralen Reihe ovaler Löcher durchbrochen wird; diese Löcher dienen den von unten-innen schräg hinauftretenden Bündeln des Schneckennerven als Durchtrittsstelle. Unmittelbar vor derselben steigt das Epithel der vestibularen Fläche des Labium tympanicum plötzlich steil an und gestaltet sich dadurch zur innersten Partie der Papilla basilaris — den inneren Stützzellen. Dieselben erscheinen, von oben betrachtet, polygonal, auf Radiärschnitten dagegen S-förmig und (da sie zugleich auch in spiraler Richtung gekrümmt sind) stellenweise dachziegelförmig übereinander geschoben.

Die Membrana basilaris besteht aus einer hellglänzenden, sehr dünnen Schicht von heller Grundsubstanz, deren oberer einschichtiger Epithelüberzug auf der inneren Zone als Papilla basilaris zu gewaltiger Höhe sich erhebt, in der äußeren Zone aber steil wieder abfällt und gegen den Sulcus spiralis externus hin sich noch einmal — wenn auch bedeutend schwächer — erhöht. Die untere, von der perilymphatischen Flüssigkeit der Scala tympani umspülte Fläche der Membrana basilaris trägt als dicken, endothelialen Ueberzug die sog. tympanale Belagschicht. Die Grundsubstanz zeigt eine feine, fibrilläre

Struktur; ihre dünnste Partie liegt unter den Corti'schen Pfeilerzellen (innere Zone der Basilarmembran, Zona arcuata); nach außen vom äußeren Pfeiler wird sie etwas dicker und besteht nun aus schärfer abgegrenzten, feinen, durch homogenes Gewebe verbundenen Fasern (Zona pectinata), welche meistens ganz gestreckt und parallel, d. h. in radiärer Richtung gegen den äußeren Rand des membranösen Spiralblattes hin verlaufen. Retzius berechnet ihre Zahl auf ca. 24000; je 5—6 ziehen unter dem Fuße einer äußeren Pfeilerzelle durch. Hensen und v. Helmholtz betrachten diese Radialfasern als ein System von gespannten Saiten, deren membranöse Querverbindung nur dazu dient, dem Drucke der Flüssigkeit gegen diese Saiten eine Handhabe zu geben. — Ein erregender Ton würde diejenige Stelle der Membran (samt ihrem Anteil an der Papilla basilaris) in Mitschwingungen versetzen, wo der Eigenton der gespannten Radialfasern dem erregenden Tone am nächsten entspricht. — Es werden unter diesen Umständen diejenigen Teile der Membran, welche mit den höheren Tönen im Einklange stehen, in der Nähe des runden Fensters, die für die tieferen Töne in der Nähe der Kuppel der Schnecke zu suchen sein" (v. Helmholtz, Die Lehre von den Tonempfindungen, 5. Ausg. p. 241).

Die tympanale Belagschicht besteht aus einer kontinuierlichen ein- bis mehrfachen Lage bipolarer, spiral verlaufender Endothelzellen, deren variköse Fortsätze die Zwischenräume ausfüllen und auf dem Radiärschnitt als feingekörnte Masse erscheinen. In ihr liegt eine spiral verlaufende Kapillare, welche unter dem Corti'schen Tunnelraum wenigstens in der Basalwindung selten fehlt und welche im Spiralblatt die äußerste Arkade seines Gefäßnetzes darstellt.

Die Papilla basilaris (Retzius), Organon Corti (Koelliker), Organon papillare (Nomenklatur) ist das akustische Endorgan. Es besteht aus einem komplizierten Gerüst von einschichtigem Leiterepithel, welches oben in dem gemeinsamen Rahmen der Lamina reticularis, unten auf der Membrana basilaris haftet. In der Mitte geben ihr die beiden oben zusammenneigenden, hohen, derben Corti'schen Pfeiler einen festen Halt, während außen und innen die sog. Stützzellen sich an dieses Gerüst anlehnen. Auf dem Radiärschnitte sieht man oben zu beiden Seiten der Pfeiler in den Bau eingefügt die eigentlichen bewimperten Sinneszellen, die Hörzellen, zwischen welche zu ihrem besonderen Schutze noch eine weitere charakteristisch gestaltete Art von Epithelien — die Deiters'schen Zellen — eingeschoben sind. Auf einem mikroskopischen Rädiärschnitte bekommt man alle diese Zellen in ihrer eigentümlichen Gruppierung zu Gesicht, da sie so angeordnet sind, daß gleichwertige Zellelemente in spiraler Richtung durch den ganzen Ductus cochlearis stets ziemlich genau nebeneinander liegen. Infolge dieser Anordnung erblickt man unter dem Mikroskop, wenn man die frei präparierte Membrana basilaris von der vestibularen Fläche betrachtet, eine Reihe von Linien und Zonen, welche unter sich und mit der Längsachse des Schneckenkanals parallel verlaufen: zu innerst die Zone der inneren Stützzellen, dann folgt zunächst die einfache Reihe der inneren Hörzellen, weiter die beiden Corti'schen Pfeiler, nach außen von denselben die breite Zone der 3—4 äußeren Hörzellen mit den dazwischen geschobenen Deiters'schen Zellen; an diese stößt das etwas schmälere Band der äußeren Stützzellen, welches ohne scharfe Grenze in die äußerste Zone der Membrana basilaris — die niederen Zellen des Sulcus spiralis — übergeht.

Die beiden Pfeilerzellen, gewöhnlich nach ihrem Entdecker CORTI benannt, bilden eigentlich zusammen mit der inneren Hörzelle die ersten Zellenzonen der Membrana basilaris, da die inneren Stützzellen noch dem Labium vestibulare aufsitzen. Der Nerv tritt nämlich erst außerhalb der inneren Stützzellen durch die membranöse Spirallamelle nach oben an die Papilla basilaris. Die Pfeilerzellen sind (namentlich in den beiden oberen Windungen) hohe, schlanke Gebilde mit breiterem Kopf- und Fußende. (Die stark ausgesprochene S-Form in manchen mikroskopischen Präparaten ist ein durch Druck auf die Papilla basilaris hervorgerufenes Kunstprodukt.) Sie bestehen aus der centralen derben, fibrillären Masse der eigentlichen Pfeiler und einem zarten, dünnen, körnigen Protoplasmamantel. Die weit auseinander stehenden Fußenden verbreitern sich zu den unter dem Pfeilerbogen zusammenstoßenden Fußplatten und umschließen in dem spitzen Winkel, welchen der Pfeiler mit der Membrana basilaris bildet, je einen großen, runden Kern. Die in Hämatoxylin sich stärker tingierenden Kopfenden verbinden sich so, daß der äußere Pfeilerkopf mit konvexer Fläche sich an die entsprechende konkave Fläche von einem einzigen oder von 2 aneinanderstoßenden inneren Pfeilerköpfen anlegt. Letztere verbreitern sich am oberen Ende plattenförmig nach innen und nach außen und rücken damit in die als Lamina reticularis bezeichnete cuticuläre Rindenschicht der Papilla basilaris. Der äußere Pfeilerkopf endet direkt unter dieser Platte und verstärkt dieselbe von unten her eine Strecke weit, indem er nach auswärts ebenfalls eine, wenn auch kürzere Platte absendet. Sowohl zwischen den äußeren als zwischen den inneren Pfeilerkörpern bestehen feine Spalten, durch welche der von der Gesamtheit aller Pfeilerzellen gebildete Tunnelraum frei kommuniziert mit den benachbarten Hohlräumen (NUEL'scher Raum) der Papilla basilaris und durch welche die Nervenfibrillen auf ihrem Wege von der Zona perforata zu den äußeren Hörzellen sowohl in radiärer als in schräg spiraler Richtung hin durchziehen.

Des inneren Stützzellenkomplexes haben wir schon bei der Beschreibung des Sulcus spiralis internus Erwähnung gethan; die äußeren oder HENSEN'schen Stützzellen bilden einen ähnlichen, aber noch mächtigeren Epithelwulst, der ebenso steil wie ersterer am CORTI'schen Organ emporsteigt und dessen Zellen nach oben fächerartig, aber weder ganz geradlinig, noch rein in der Radialebene auseinanderdrängen. Die äußeren Stützzellen sind namentlich in der Mittelwindung stark entwickelt, bilden aber auch in den beiden anderen Windungen den höchsten Teil der Papilla basilaris.

Die DEITERS'schen Zellen liegen zwischen dem äußeren Pfeiler und den äußeren Stützzellen und zwar gewöhnlich zu vieren. Ihre oberen, verschmälerten Hälften (Phalangenfortsätze) verlaufen nach oben-innen und zugleich spiral gegen die Spitze zu, sie fassen die äußeren Haarzellen zwischen sich und endigen in der Lamina reticularis als bisquitförmige Platten; in der nach der Spindel zu gerichteten Randzone der unteren, breiteren Hälfte verläuft ein fadenartiges Gebilde, in welchem BAGINSKY und BÖTTCHER den Stiel der betreffenden Haarzelle zu erkennen glauben. Die Kerne liegen in der unteren Hälfte der Zelle; zwischen Kern und unterem Ende des Phalangenfortsatzes ist der Inhalt der Zelle fein gekörnt.

Die inneren und äußeren Haarzellen (sive CORTI'sche Zellen, Hörzellen BÖTTCHER) sind, was ihren Bau anbelangt, unter sich

nur wenig verschieden. Sie haben cylindrische Form. Der untere Pol ist bei den äußeren Haarzellen zugespitzt, bei den inneren abgerundet, aber nicht scharf isolierbar. Das obere Ende ist bei beiden Formen flach abgestutzt, kurz und steif bewimpert, der Lamina reticularis plattenförmig eingefügt. Die Zellenmembran ist sehr zart und das Protoplasma gekörnt; der große, runde Kern befindet sich nahe dem unteren Ende.

Die inneren Haarzellen liegen dem Kopfstück der inneren Pfeilerzelle dicht an, von letzterem halbrinnenförmig umschlossen; sie bilden in ihrer Gesamtheit eine spiral verlaufende, meistens einfache Zellenreihe; nur hier und da sieht man auf Flächenpräparaten der Papilla spiralis vereinzelte dieser inneren Haarzellen, aus der Reihe gedrängt, letzterer anliegen und dieselbe auf diese Weise verdoppeln (Retzius). Die äußeren Haarzellen sind in 3 regelmäßigen, mit den Deiters'schen Zellen alternierenden Spiralreihen angeordnet. In der Mittel- und Spitzenwindung ist die Regelmäßigkeit in der äußeren Reihe gestört, dafür tritt aber hier eine vierte, seltener sogar eine fünfte, allerdings häufig unterbrochene Reihe von Haarzellen auf.

Die Epithelschicht des Sulcus spiralis externus wird gebildet durch die Claudius'schen Zellen, kubisches, in der unteren Hälfte der Basalwindung wesentlich höheres Epithel, welches häufig pigmentiert erscheint. Ueber das Vorkommen hyaliner, degenerierter Zellen vergl. p. 324.

Die Membrana tectoria, Corti'sche Membran,

ist ein Gebilde, über deren Entstehung, Struktur, Anheftungsweise und physiologishe Bedeutung die Akten noch nicht geschlossen sind. Sie bildet jedenfalls einen sehr wichtigen Teil des Hörorgans. Wo das musikalische Gehör in der Tierreihe beginnt, tritt auch die Corti'sche Membran auf. Fehlen oder Deformierung derselben bedingt Taubheit, wie aus zwei von Scheibe sehr genau untersuchten analogen Fällen hervorgeht. Vergl. weiter unten die Hensen'sche Theorie über das Zustandekommen der Gehörempfindung.

Die Corti'sche Membran wird gebildet von einer derben elastischen Haut, welche von der Ansatzstelle der Reissner'schen Membran an mit ihrer dünnen, zarten inneren Zone der ganzen vestibularen Fläche der Crista spiralis aufgekittet ist, den Sulcus spiralis und die innere Hälfte der Papilla spiralis mit ihrer mittleren dicken Zone überdacht und, nach außen sich rasch verdünnend, mit einem zarten Rande frei endigt über der äußersten Haarzellenreihe des Corti'schen Organs.

Die mittlere Zone zeigt in Radiärschnitten auf der unteren Fläche einen zum Unterschied von der übrigen Membran mit Hämatoxylin sich tingierenden zahnartigen Vorsprung, welcher über der inneren Haarzelle liegt und dem spiral verlaufenden sog. Hensen'schen Streifen entspricht. Die Randzone ist in der Basalwindung wieder etwas verdickt und nach oben-innen zurückgeschlagen, in den beiden anderen Windungen aber netzförmig, und am Rande in feine kurze Fasern verlaufend. Eine Verbindung derselben mit der Lamina reticularis habe ich entgegen Böttcher, Retzius und Ayers an frisch konservierten, in Celloidin eingebetteten Präparaten weder beim menschlichen Embryo, noch beim Erwachsenen je gesehen.

Die Substanz der Membrana tectoria zeigt eine feine fibrilläre Streifung, welche aber nur in der inneren Zone eine radiäre ist und in

der mittleren Zone schräg von innen und von der Basis nach außen und gegen die Spitze hin verläuft.

Nach HENSEN werden durch die in Schwingung versetzte Membrana basilaris die Wimpern der Haarzellen gegen die als Fremdkörper auf ihnen ruhende Membrana tectoria gestoßen. Wenn man aber die experimentell und klinisch bewiesene Thatsache, daß die runde Fenstermembran für das Hören relativ belanglos ist, ins Auge faßt, so möchte man eher zu der Ansicht hinneigen, daß die Membrana tectoria das zunächst und am meisten durch den Ton bewegte Organ ist, seine Schwingungen den Wimpern der unter ihr liegenden Haarzellen mitteilt und auf diese Weise den Acusticus reizt. Zur Erklärung der Differenzierung der Töne müßte in diesem Falle der Umstand ins Gewicht fallen, daß die Breite der Membrana tectoria von unten nach oben beständig zunimmt und in der Spitze der Schnecke um die Hälfte mehr beträgt als an der Basis. Ferner käme in Betracht, daß die Randzone der Membrana tectoria in jedem Abschnitt des Schneckenkanals eine andere Gestalt besitzt.

Der **Acusticus** entspringt mit einer Radix vestibularis und einer Radix cochlearis; da bloß letztere in der Schnecke ihre periphere Endigung findet, erstere aber mit ihren Fasern den Vestibularapparat innerviert und lediglich der Vermittlung von statischen Eindrücken zu dienen scheint, so hat EWALD wohl nicht mit Unrecht den Sammelnamen N. acusticus zu ersetzen versucht durch den älteren neutralen Ausdruck N. octavus.

Vom gemeinsamen Stamm zweigt sich zuerst der Nervus ampullaris posterior ab, welcher durch das Foramen singulare zur hinteren Ampulle tritt; von der übrigen Masse der Nervenbündel läuft eine obere Hälfte, der Ramus superior (s. utriculo ampullaris sive R. superior), anfänglich noch gemeinsam mit dem Facialis, dann aber als gesonderter Ast durch die Area vestibularis superior gegen die vordere Fläche des Vestibulum und giebt dort seine tiefste Schicht als Nervus utricularis an die Pyramis vestibuli ab, deren zartwandige Kanäle er durchsetzt, um, nach oben sich wendend, in die Macula utriculi einzustrahlen. Eine oberflächlich gelegene Partie des Nervs steigt am Vestibulum noch etwas höher hinauf, die äußere Oeffnung der Pyramis überbrückend und mit einer oberen Hälfte in der Crista ampullae membr. superioris (N. ampullaris superior), mit einem lateralwärts gerichteten Bündel dagegen an der Crista der lateralen Ampulle (N. ampullaris lateralis) sich inserierend. Sämtliche Ampullarnerven endigen bandförmig plattgedrückt und zugleich zangenförmig (vergl. oben die Beschreibung der häutigen Ampulle). Der untere Hauptast des Acusticus (Ramus inferior sive cochlearis) bildet einen kurzen, dicken Cylinder von 2,8 mm Länge, welcher mit seiner Hauptmasse als Nervus cochleae sich medial und abwärts in die trichterförmig vertiefte Area cochleae begiebt, wo er mit seinen Fasern in den Tractus spiralis foraminosus sich hineinsenkt. Vergl. über den Verlauf des Acusticus im ferneren: RETZIUS: Gehörorgan, SCHWALBE: Anatomie des Ohres, und SIEBENMANN: Korrosionsanatomie des knöchernen Labyrinthes, idem: Blutgefäße des knöchernen Labyrinthes. Der kurze, durch die Area vestibularis interior zur Macula sacculi ziehende Nervus saccularis liegt zwischen diesen beiden Hauptästen als R. medius in der Tiefe. Er sowohl als der R. utriculo ampullaris besitzen in der Gegend ihres Eintritts in den Knochen ein gemeinsames Ganglion (Ganglion

vestibulare s. Scarpae), welches am R. utriculo ampullaris noch eine kurze Strecke weit in dessen Knochenkanal sich hineinerstreckt. Im N. ampullaris posterior dagegen findet sich, wenigstens in seinem Knochenkanal, sicher kein Ganglion. — Nach neueren entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen (His jun.) gehört der R. medius mit dem N. ampullaris posterior zum N. cochleae, ein Verhältnis, welches auch an Korrosionspräparaten und namentlich in der Art der arteriellen Vaskularisation deutlich zum Ausdruck gelangt.

Der N. cochleae zeigt in der Anordnung seiner Bündel entsprechend dem successiven Wachstum des mit dem Nerv verbundenen embryonalen membranösen Schneckenkanals die Struktur eines eingerollten Bandes. In Uebereinstimmung damit sieht man auch die Eintrittsstellen der Endbündel des N. cochlearis im Knochen spiralig angeordnet zu einer Schraubenlinie, welche von unten-medial nach oben-lateral sich wendet, dann medial und nach unten sich wieder hinabbiegt und auf diese Weise $1^1/_2$ Schneckenwindungen folgt, bis sie, im Grunde der Area foraminosa angelangt, mit dem Canalis centralis endigt. Letzterer dient dem Eintritt desjenigen Nervenbündels, welches in die beiden obersten halben Windungen sich ausbreitet. Auch der N. cochleae besitzt sein Ganglion; dasselbe befindet sich in der Schneckenspindel und ist so angeordnet, daß jede einzelne durch ein solches Loch eindringende Bündelmasse auf dem Wege zwischen Area foraminosa und ihrem Eintritt in das knöcherne Spiralblatt einen Hohlraum passiert, in welchem diese bipolaren großen Ganglienzellen sich angehäuft finden. Auf diese Weise gestaltet sich die Gesamtmasse dieser unter sich in spiraler Richtung zusammenhängenden Ganglienhaufen zu einem spiralen Zug, dem Ganglion spirale. Das spiral angeordnete System von Hohlräumen, in welchem das Spiralganglion liegt, ist der Canalis spiralis ganglionaris. Aus den Ganglienzellen treten die Nerven, von dem spiralen Böttcher'schen Nervenzug durchkreuzt, bündelweise von unten in das knöcherne Spiralblatt und durchlaufen dasselbe in radiärer Richtung, gegen beide Skalen abgeschlossen durch die betreffenden Knochenplatten und deren Periost. Im Bereich der Lamina ossea verbreiten sich die Nervenbündel in die Fläche und bilden namentlich in ihrer peripheren Zone reichliche Anastomosen, sammeln sich aber nach außen wieder zu gesonderten, den Foramina nervina der Lamina membranacea an Zahl entsprechenden Bündelchen. Ueber den Weg, welchen die Nerven als nackte Axencylinder nach ihrem Durchtritt auf die vestibulare Seite des häutigen Spiralblattes einschlagen, und über ihre Endigungsweise im Corti'schen Organ sind die Untersuchungen noch nicht völlig abgeschlossen. So viel scheint nach den neuesten Untersuchungen von Retzius (wenigstens für die Maus) festzustehen, daß diese Fasern nach dem Passieren der Habenula perforata sich in eine Anzahl von Aesten teilen; die eine Partie verläuft teils spiral, teils direkt nach oben an den inneren Haarzellen, deren unteres Ende engmaschig umstrickend, die andere Partie aber schlüpft mit feinen, sich dichotom teilenden Zweigen radiär zwischen den Pfeilerzellen hindurch und windet sich von hier als Spiralfasern treppenartig durch die Reihen der äußeren Haarzellen hindurch. Alle Haarzellen, auch die äußeren, werden an ihrem unteren Pole umflochten je von dem Ende eines dieser Nervenfäserchen, es stellt also auch im Corti'schen Organ — wie in den Cristae und Maculae — die Haarzelle keine eigentliche Nervenzelle, sondern nur eine sekundäre Sinneszelle dar. Sie bildet kein Analogon der Riechzelle, da letztere

direkt als Ursprungselement der Nervenfaser dient. Die wirkliche Nervenzelle der Acusticusfaser ist das bipolare Ganglion (Retzius).

Gleich den Gefäßkanälen sind die Nervenkanäle der Schnecke bis zum Beginn des knöchernen Spiralblattes im Verhältnis zu den von ihm umschlossenen Nervenbündel namentlich in der Spindel und im Wurzelgebiet der Lamina spiralis ossea auffallend weit. Letztere sind darin suspendiert an feinen Fäden und Membranen, welche mit ihren großen, oft sternförmigen Zellen die größte Aehnlichkeit haben mit embryonalem Bindegewebe oder auch rücksichtlich ihres dunkelbraunen Pigmentgehaltes mit der Arachnoidea. Fingerdruck auf den Porus acusticus setzt sich auf die Perilymphe des Labyrinthes derart intensiv fort, daß eine breite Kommunikation zwischen letzterem einerseits und diesen *perineuralen* und perivaskulären *Räumen* andererseits angenommen werden muß; durch die mikroskopische Untersuchung frischer, in Celloidin eingebetteter Präparate wird diese Annahme reichlich bestätigt. Die Wege, auf welchen diese Kommunikation sich vollzieht, sind aber, wie wir im folgenden sehen werden, besonders die *perivaskulären* Räume.

Die Labyrinthgefässe.

Durch meine Untersuchungen an zahlreichen Korrosions- und Schnittpräparaten (vergl. Siebenmann, Die Blutgefäße des menschlichen Labyrinthes, Wiesbaden 1893) ist die Vaskularisation des Labyrinthes vollständig klargelegt worden.

A. *Arterien*: Die Hauptarterie teilt sich in *drei* (nicht zwei) Hauptäste: in die A. vestibularis (vordere Vorhofarterie), die A. cochlearis (Schneckenarterie) und die A. vestibulo cochlearis (Vorhof-Schneckenarterie).

Die A. *vestibularis* (anterior) geht mit dem N. vestibularis an die vordere obere Hälfte des Vorhofes mit den dazu gehörigen Ampullen und Bogenschenkeln; er versorgt auch die hintere Hälfte des Utriculus mit seiner Macula sowie den hinteren Umfang des Sacculus.

Die A. *cochlearis* (propria) beschreibt entsprechend der Einrollung des N. cochleae (vergl. oben) eine steile, korkzieherartige Spirale, deren erste Windung noch außerhalb des Tractus foraminosus liegt. Sie zerfällt in 3 Hauptäste, deren 1 und 2. beinahe ausschließlich die Basalwindung (mit Ausnahme ihres untersten Drittels) versorgen, während der 3. (End-)Ast am Rande des Foramen centrale in die knöcherne Schnecke tritt und in der Mittel- und Spitzenwindung sich ausbreitet. Als Variante findet sich statt des 1. und 2. Astes nur der 2.; dafür aber sendet dann derselbe einen kräftigen Zweig in der Wurzel des knöchernen Spiralblattes vestibulärwärts (vergl. Fig. 63).

Die *Arteria vestibulo-cochlearis* ist ein starkes, im Meatus selbständig verlaufendes, oder mit der Arteria cochlearis aus gemeinsamem Stamme entspringendes Gefäß. Sie tritt zwischen dem untersten und zweituntersten der in den Tractus foraminosus sich hineinziehenden Nervenbündel an den Vorhofabschnitt der Schnecke und teilt sich in der Wurzel des knöchernen Spiralblattes sofort in 2 Hauptäste: a) den *Ramus cochlearis* und b) den R. *vestibularis* (A. vestibularis posterior). Der R. cochlearis steigt spiral in der Wurzel des knöchernen Spiralblattes aufwärts und endigt gewöhnlich an der Grenze zwischen erstem und zweitem Drittel der Basalwindung, daselbst

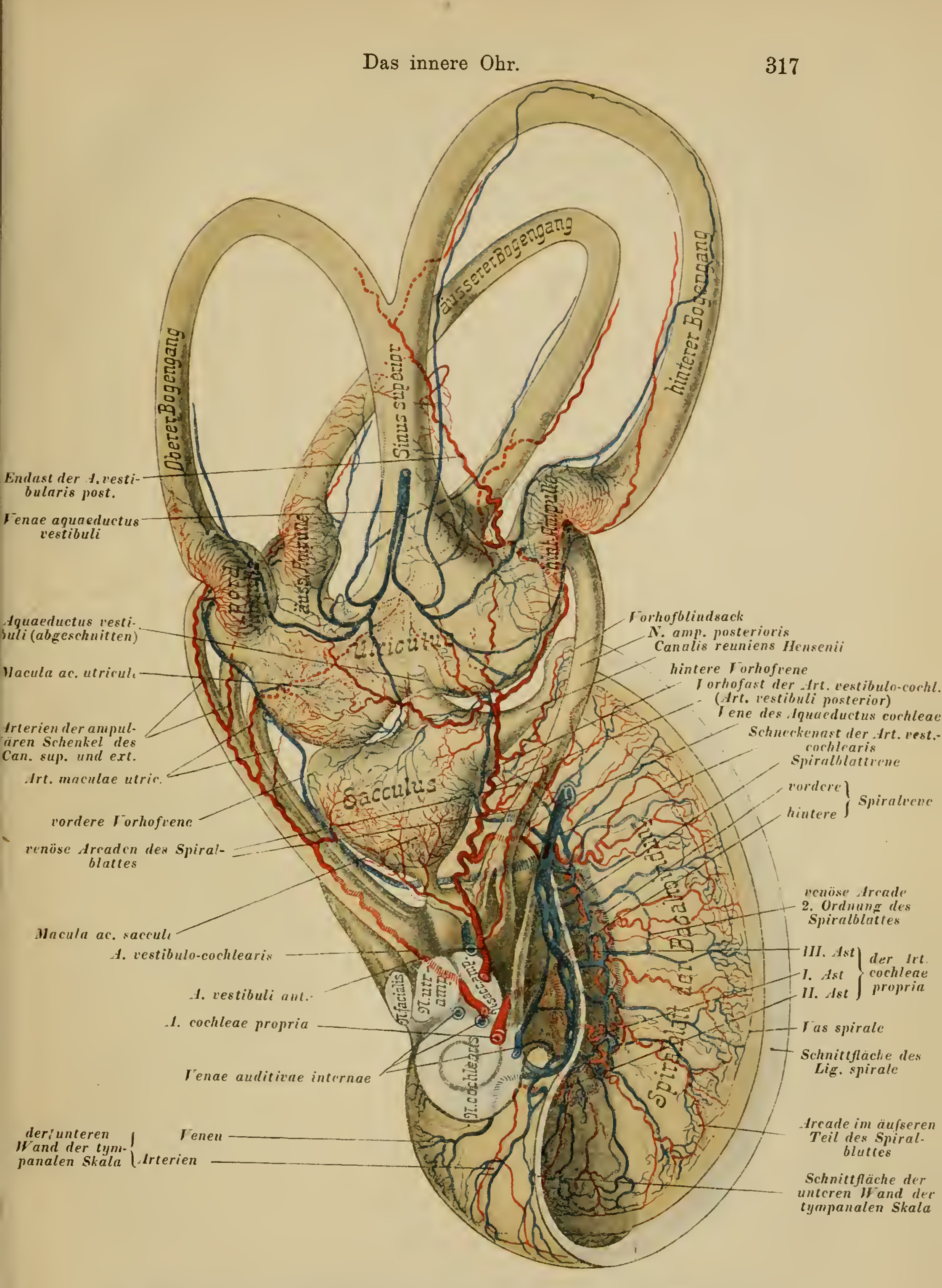


Fig. 62. Häutiges Labyrinth, Ansicht von medial oben und medial hinten. (Die obere Ampulle ist irrtümlich als vordere bezeichnet.)

mit dem 1. (resp. 2.) Ast der eigentlichen Arteria cochlearis breit anastomosierend. — Der R. vestibularis läuft in entgegengesetzter Richtung d. h. vestibularwärts und biegt, am Vorhof angekommen, senkrecht an ihm in die Höhe. Dieser Ast versorgt das allerunterste Endstück der

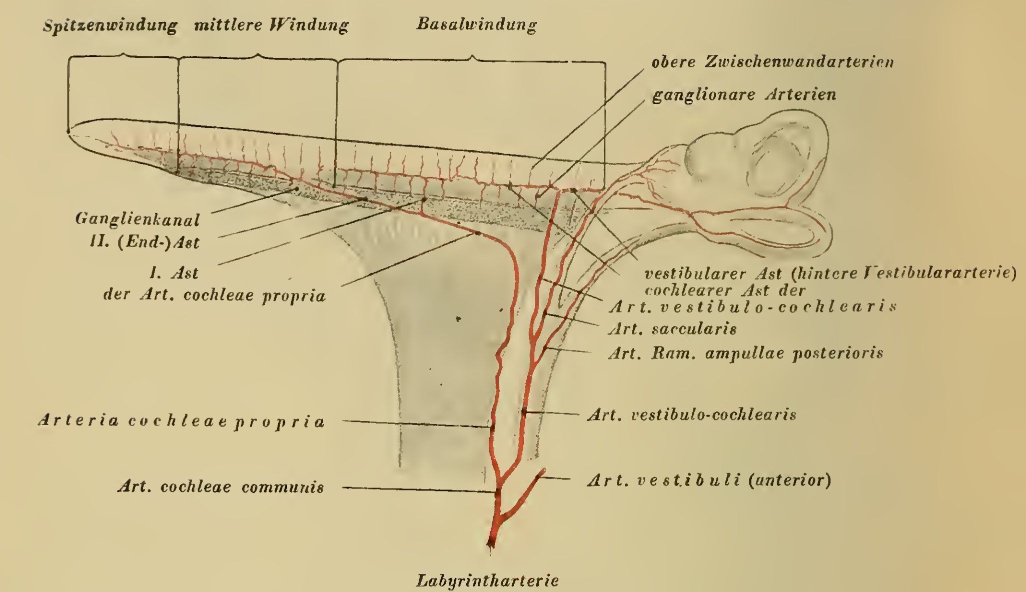


Fig. 63. Variation 1.

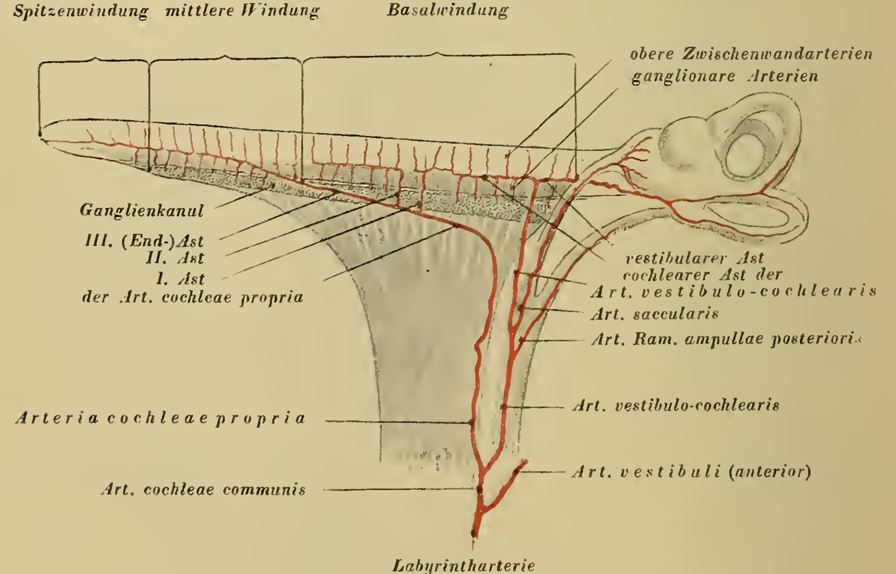


Fig. 64. Variation 2.

Fig. 63 u. 64. Schema der Verästelung der Labyrintharterie (Schnecke und Schneckennerv abgerollt gedacht). Var. 1, Arteria cochl. propria, zweiteilig; Var. 2, Art. cochl. propria, dreitheilig.

Schnecke und die ganze hintere untere Hälfte des Vorhofs samt den dazu gehörigen Bogenschenkeln und der hinteren Ampulle.

Die Macula sacculi erhält ihr arterielles Blut durch ein Gefäßchen, welches meistens vom gemeinsamen Hauptstamme der Arteria vestibulo-cochlearis abgeht, seltener als eine selbständige Arterie durch den ganzen Meatus zieht. Das nämliche gilt auch von der Arterie des Nervus ampullaris posterior.

B. Venen: Das venöse Blut zieht in der Hauptsache auf 3 Wegen ab: 1) durch die Vene des Vorhofaquäduktes, 2) durch die Vene des Schneckenaquäduktes, 3) durch einen venösen Plexus des inneren Gehörgangs.

Die Vorhofaquäduktvene sammelt das Blut der 6 großen Bogengangvenen und bildet einen Plexus in dem vom eigentlichen Aquädukt gesonderten Knochenkanal (Canalis accessorius aquaed. vestibuli).

Die relativ mächtige Schneckenaquäduktvene verläuft ebenfalls in einem eigenen Kanal, dem Canalis accessorius I des Schneckenaquäduktes; sie sammelt des venöse Blut aus dem ganzen Schneckenkanal sowie aus einem großen Teil des Vorhofes. Sie bildet auch bezüglich der Stelle ihres Ein- resp. Austrittes aus dem Labyrinth ein Analogon zu der Arteria vestibulo cochlearis. Cochlearwärts dicht neben der inneren Apertur des Schneckenaquäduktes tritt sie in die innere, hier besonders dicke Knochenwand der Basalwindung und durchsetzt dieselbe bis über die Höhe des Spiralblattes, also bis an die hintere Wand der mittleren Windung hinauf. Sowohl oberhalb als unterhalb der Spiralblattwurzel giebt sie hier nach beiden Seiten rechtwinklig je ein Paar kräftige Aeste ab: an die Schnecke die hintere und vordere Spiralvene, an den Vorhof die hintere und vordere Vorhofvene.

Die hintere Spiralvene versorgt bloß die Basalwindung; sie folgt dabei spiral der Innenwand der tympanalen Scala und teilt sich an der Grenze zwischen erster und zweiter Hälfte der Basalwindung in 2 Aeste, wovon der eine in nämlicher Richtung weiterläuft, der andere aber von der Teilungsstelle senkrecht zur Mittelwindung hinaufsteigt, von dort rückläufig der inneren unteren Schneckenwand folgt und an der Grenze zwischen Basal- und Mittelwindung durch seine Endzweige mit dem 1. Ast anastomosiert. Die vordere Spiralvene verläuft in der oberen inneren Wand der vestibularen Scala spiral bis in die oberste Spitze der Schnecke. In der ersten halben Windung nimmt sie nur das Blut der vestibularen Scala, später aber — wo das Gebiet der hinteren Spiralvene aufhört — zugleich auch das Venenblut der über ihr liegenden tympanalen Scala auf. Sie beschreibt, obwohl sie bis zur Spitze des Kuppelblindsackes reicht, doch eine ganze Windung weniger als der Ductus der ganzen Schnecke, da sie von Anfang an als tympanale Vene der Mittelwindung auftritt. Aus dem Anfangsstück der beiden Spiralvenen der Schnecke entspringt mit je einem Schenkel eine 3. Spiralvene, die mittlere Spiralvene oder Spiralblattvene, welche der Wurzel des Spiralblattes stellenweise gedoppelt folgt bis in die Höhe der Mittelwindung. Von den beiden Vorhofästen der Schenkelaquäduktvene sammelt die vordere Vorhofvene das Blut aus dem Verbreitungsbezirk der zum Teil neben ihr verlaufenden vorderen Vestibulararterie, während die hintere Vorhofarterie Verlauf- und Endigungsbezirk mit dem Ramus vestibularis (A. vestibularis posterior) der Arteria vestibulo-

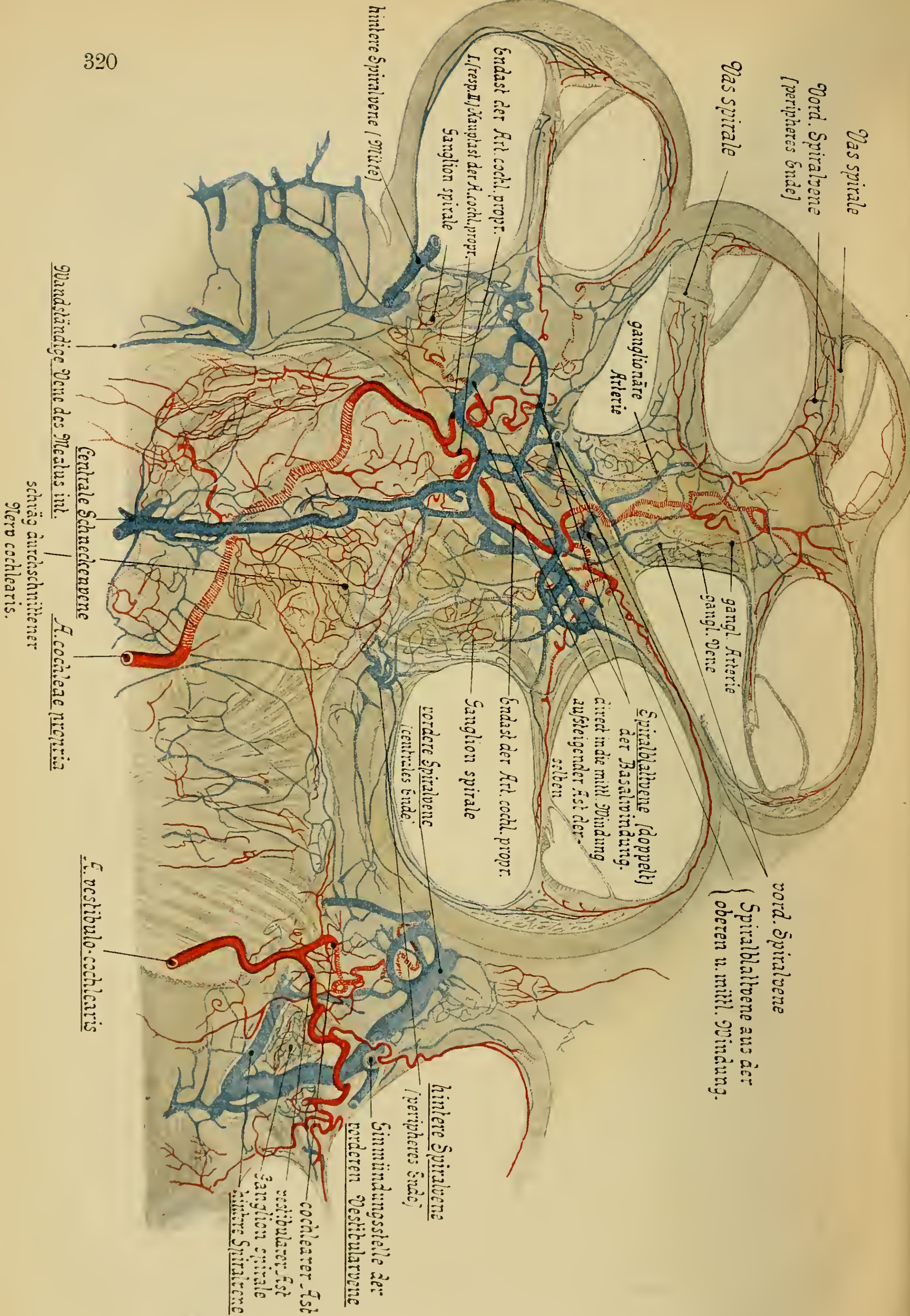


Fig. 65. Horizontaldurchschnitt durch die rechte Schnecke, das Vorhofende und den Kuppelblindsack treffend, den Modiolus der mittleren Windung aber verschonend (aus zwei aufeinanderfolgenden Schnitten kombiniert).

cochlearis gemein hat. Hintere Vorhofvene und Spiralblattvene anastomosieren unter sich.

Die Venae auditivae internae: Die venösen Gefäße des inneren Gehörgangs verlaufen teils in den weichen Hüllen des Nervs, teils im duralen Ueberzug seines Kanals; im Grunde des Meatus bilden sie um den Nerv herum einen mächtigen Plexus; ihre Hauptäste entsprechen den Haupteintrittsstellen des Acusticus nach dem knöchernen Labyrinth; doch haben sie in der Eigenschaft als Labyrinthgefäße nur insofern Bedeutung, als sie Kollateralen bilden zu den schon beschriebenen venösen Hauptbahnen. Der bedeutendste Ast ist der von mir als centrale Schneckenvene bezeichnete. Er entspringt breit mit mehreren Wurzeln der Spiralblattvene und verläßt die knöcherne Schnecke nahe dem lateralen oberen Rande des Foramen centrale modioli. — Mit der hinteren Spiralvene anastomosiert breit eine wandständige Schneckenvene des Meatus internus. Die beiden genannten Gefäße dienen zur Entlastung der Abflußwege für das Blut der oberen Schneckenabschnitte.

Bezüglich der

Hauptkapillargebiete der Schnecke

möge folgendes hier noch Platz finden: Im Spiralblatt breiten sich die Zweige der Arterien zunächst zu rein arteriellen, die Venen vorerst zu venösen Netzen aus; diese Geflechte treten durch spiral verlaufende Kapillaren unter sich in Verbindung. Glomeruli finden sich nirgends, dagegen reichliche Anastomosen auch arterieller Art (wie sie den Hirnarterien eigen sind) sowie gewundener Verlauf und Arkadenbildung ähnlich derjenigen im Mesenterium. Solche Arkadenbildung ist namentlich der Basalwindung eigen. Die dem Modiolus zunächst gelegenen arteriellen Arkaden bestehen aus etwas stärker gewundenen Gefäßen; eine zweite lückenhafte Reihe von Arkaden — Arkaden 2. Ordnung — welche aus einzelnen gestreckt verlaufenden Bogen bestehen, befindet sich in der mittleren Zone des Spiralblattes der Basalwindung. Noch weiter außen in der membranösen Partie des Spiralblattes treffen wir Arkaden 3. Ordnung; doch verbinden dieselben nicht Arterie mit Arterie und Vene mit Vene, sondern sie werden durch echte Kapillargefäße dargestellt, welche zum Teil mathematisch spiral verlaufen und eine kontinuierliche Linie darstellen, welche von Strecke zu Strecke wieder mit einem radiären Gefäß — abwechselnd Vene und Arterie — im Zusammenhang steht. Ein solches Spiralgefäß findet sich an der tympanalen Belagschicht des Corti'schen Tunnels als eine wenigstens in der Basalwindung ganz scharfe, regelmäßige, kontinuierliche, nirgends unterbrochene Linie (äußeres Spiralgefäß). Weniger ist dies der Fall mit dem im Labium tympanicum der Crista spiralis liegenden sog. inneren Spiralgefäß. — Gegen die Spitze zu d. h. mit abnehmender Breite des Spiralblattes nehmen auch die Reihen der Arkaden an Zahl und Regelmäßigkeit rasch ab. — Reissner'sche Membran, Zähne des Labium vestibulare, Corti'sche Membran und die zwischen äußerem Pfeiler und Lig. spirale gelegene Partie der Zona pectinata sind schon in den späteren Fötalmonaten ganz frei von Blutgefäßen.

Die obere Wand der vestibularen Skala ist von radiären, arteriellen und venösen Gefäßen in ungefähr der gleichen Zahl versorgt; in der Basalwindung gehen aber diese Zweige nicht direkt vom Haupt-

stamm, sondern durch Vermittelung von Arkaden ab. In der tympanalen Scala überwiegen die venösen Gefäße bei weitem.

Ein reiches Gefäßnetz findet sich auf der inneren Fläche des Ligamentum spirale, namentlich in der Gegend der Stria vascularis; auch hier trifft man neben den radiär von unten und oben herantretenden Gefäßen solche mit spiralem Verlauf namentlich in der Prominentia spiralis, sowie nahe der oberen Ansatzstelle der REISSNER'schen Membran und im Uebergang der Crista ligam. spiralis in die Lamina spiralis membranacea.

Die Labyrinthfenster sind auf der Labyrinthseite sehr schwach vaskularisiert. Ein größeres Gefäßnetz dagegen liegt in der Mucosa der tympanalen Fläche; dasselbe steht mit den Paukenhöhlengefäßen in Zusammenhang. (Weiteres siehe bei SIEBENMANN, Die Blutgefäße im Labyrinthe des menschlichen Ohres, Wiesbaden 1894.)

Die **perivaskulären Safträume**, von welchen schon oben bei der Besprechung des Verlaufes des Nervus cochleae die Rede war und welche als Lymphgefäße des centralen Nervensystems nach HIS, ROBIN, KOELLIKER allen Arterien und den gröberen Kapillaren der Hirnsubstanz zukommen, sind namentlich im Wurzelgebiet des knöchernen Spiralblattes auffallend weit. Dadurch, daß speciell hier nur dünne, z. T. rein bindegewebige, aus zartem, feinfädigem Maschengewebe bestehende Zwischenwände den Abschluß gegen die Skalen bilden, repräsentieren diese perivaskulären Safträume neben dem Aquaeductus cochleae einen zweiten wichtigen Kommunikationsweg zwischen den intrakraniellen Räumen und den Schneckenskalen. Auch dem Ligamentum spirale kommt, da es durch die perivaskulären Knochenräume der Zwischenwandgefäße mit den großen Lymphräumen der Schneckenspindel in Verbindung steht, die Rolle eines nach dieser Seite offenen großen Lymphraumes zu. Der Umstand, daß auf diese Weise der endolymphatische Raum von allen seinen drei Flächen durch Perilymphe breit umspült wird und daß auf dieser dritten Seite die Gefäße sogar noch in die endolymphatische Epithelschicht hineintreten, sichert dem endolymphatischen Raum eine genügende Konstanz in den Druckverhältnissen und in der chemischen Zusammensetzung des Inhaltes.

Umgebung des Labyrinths. Topographie.

Ueber die Schicht des kompakten Knochens, welcher die Labyrinthwände umgiebt und welcher mit zunehmendem Alter sich allmählich verdickt, vergl. SIEBENMANN, Korrosionsanatomie des knöchernen Labyrinths des menschlichen Ohres, Wiesbaden 1890. Ebendaselbst finden sich auch genauere Angaben über die Gefäßkanäle, welche das knöcherne Labyrinth durch die Labyrinthkapsel hindurch mit der Spongiosa an gewissen Stellen verbinden. Bei der mikroskopischen Untersuchung sieht man, daß die knöcherne Wandung des Labyrinths lamellären Bau besitzt und von spärlichen engen HAVERS'schen Kanälchen durchzogen wird, unter normalen Verhältnissen aber keine Markräume enthält. Zwischen den Knochenlamellen liegen zahlreiche kleine knorpelhaltige mit Hämatoxylin sich nur schwach tingierende Räume (Interglobularräume), deren Wand drusig oder stalaktitenförmig in das Lumen hinein ragt, ähnlich wie dies KOELLIKER beschreibt und abbildet für die Compacta der langen Röhrenknochen. Diese Interglobularräume, welche

Manasse kürzlich genauer untersucht und beschrieben hat, fehlen auch im höheren Alter unter normalen Verhältnissen niemals.

Beim Erwachsenen mit kräftiger Entwicklung der pneumatischen Mittelohrzellen sieht man letztere nicht selten das ganze Labyrinth schalenartig umhüllen, und zwar nicht nur von der lateralen Seite, sondern auch von oben, von hinten, medialwärts und von unten (vergl. Fig. 50). Ausnahmsweise treten sie sogar unter dem Scheitel des

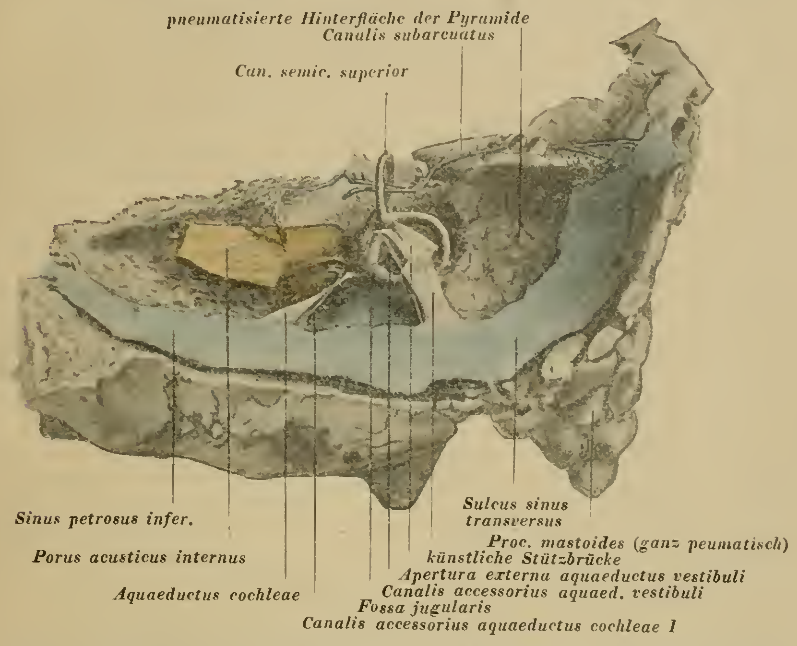


Fig. 66. Knochenkorrosionspräparat eines Schläfenbeins mit ganz pneumatischem Warzenteil und spongiöser Pyramidenspitze (von hinten).

oberen Bogens durch und schieben sich nicht selten zwischen Schnecke und hintere Ampulle einerseits, Bulbus jugularis und Carotis andererseits hinein. Entgegen Hyrtl fand ich mit Bezold den körperlichen Winkel zwischen den 3 halbkreisförmigen Bogen stets frei von pneumatischen Zellen. Zu den Haupträumen des Mittelohres tritt das Labyrinth in ausgedehnte Beziehung an der inneren Paukenhöhlenwand („Labyrinthwand"), und zwar in erster Linie durch die Labyrinthfenster. Im Promontorium findet sich das unterste Stück der Basalwindung der Schnecke. Die Spitze der Schnecke liegt senkrecht über der tympanalen Tubenöffnung $1^1/_2$, selten 2—3 mm hinter der inneren Wand des Canalis pro tensore tympani.

Die innere Wand des Aditus birgt den ampullaren Schenkel des lateralen halbzirkelförmigen Kanals. Ziemlich oberflächlich liegen auch die obere und die äußere Ampulle, so daß schon die thermische Einwirkung einer Wasserinjektion in den Aditus heftigen Schwindel hervorrufen kann. — Dem unteren medialen Teil der Basalwindung nähert sich das Knie des carotischen Kanals auf $1^1/_2$—9 mm; gewöhnlich beträgt die Distanz 5 mm. Ziemlich die nämlichen Maße gelten auch

für die Entfernungen des Bulbus jugularis von der hinteren Ampulle und der Schnecke.

Der Facialis bestreicht einen großen Teil der knöchernen Labyrinthwand, indem er die Schneckenkapsel am oberen äußeren Umfange von hinten nach vorn durchsetzt, dann über dem ovalen Fenster hinwegzieht und unter den ampullaren Schenkel des lateralen Bogens tritt.

Eiterungen des Mittelohres, namentlich solche tuberkulöser und cholesteatomatöser Natur, gefährden das Labyrinth hauptsächlich an Stelle der Labyrinthfenster und des äußeren Bogenganges; andererseits steht einer Labyrintheiterung durch die Aquädukte, den Meatus auditivus internus, die COTUGNO'schen und einige andere von mir (l. c.) beschriebenen Venenkanäle der Weg nach der hinteren Schädelgrube offen. Der obere und hintere Bogengang liegen beim Neugeborenen so oberflächlich, daß sie durch die dünne Compacta durchschimmern; später rücken sie, namentlich letzterer, etwas mehr in die Tiefe.

Bezüglich die **Altersverschiedenheiten** vergl. über das häutige Labyrinth: RETZIUS, Das Gehörorgan; über das knöcherne Labyrinth: SIEBENMANN, Korrosionsanatomie *). Wesentliche Unterschiede im feineren histologischen Bau des häutigen Labyrinths fehlen in den verschiedenen Perioden des extrauterinen Lebens, doch scheinen die einzelnen Elemente der Papilla basilaris in den ersten Wochen nach der Geburt sich noch etwas besser zu differenzieren. Im späteren Alter finde ich in der Grenzzone der Maculae und Cristae, sowie im Gebiet der ähnlich gebauten CLAUDIUS'schen Zellen und der Stria hie und da gewaltige hyalin degenerierte Epithelien. Die drusigen oder zottigen von RÜDINGER beschriebenen Protuberanzen der Bogengänge scheinen im Labyrinth des Kindes zu fehlen. Hohe Büschelform der Cupula fand ich vorzugsweise bei Präparaten von Säuglingen; möglicherweise bedeutet dieselbe hier eine pathologische Erscheinung, vielleicht aber beruht ihr häufiges Fehlen beim Erwachsenen auf der hier länger andauernden Entkalkung bei der Präparation (vergl. auch Fig. 7 bei STEINBRÜGGE, Das Labyrinth, Bd. I von SCHWARTZE's Handbuch).

Angeborene Missbildungen.

Mißbildungen des Labyrinths kommen für sich allein oder in Verbindung mit Difformitäten des äußeren und mittleren Ohres vor. Dahin gehören: gänzliches Fehlen des Labyrinths, Fehlen der Bogengänge (einzelner oder aller), Ersetzung derselben (namentlich des äußeren) durch eine blasen- oder taschenartige Ausstülpung der entsprechenden Labyrinthwand, Fehlen der Spitzenwindung der Schnecke, gänzliches Fehlen oder mangelhafte Entwickelung des Spiralblattes, Einrollung der Membrana tectoria, Abnormitäten in den Querdurchmessern der Skalen, Ersatz der ganzen Schnecke oder bloß ihrer beiden oberen Windungen durch einen einfachen Hohlraum ohne weitere Gliederung, abnorme Weite des Aquaeductus vestibuli.

*) Der größte Durchmesser des Labyrinths beträgt beim Neugeborenen im Mittel 18,6 mm, beim Erwachsenen 19,1. Ueber die übrigen am Korrosionspräparat gewonnenen Maße des knöchernen Labyrinths sowie über die Winkel, welche beim Neugeborenen und beim Erwachsenen die Bogengangflächen zu einander bilden, vergl. SIEBENMANN, Korrosionsanatomie, p. 52 u. 53.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 1673

